
3 2044 106 412 307

JOHS. SCHMIDT OG FR. WEIS

BAKTERIERNE

NATURHISTORISK GRUNDLAG

FOR

DET BAKTERIOLOGISKE STUDIUM

MED 205 FIGURER



KØBENHAVN

DET NORDISKE FORLAG

BOGFORLAGET · ERNST BOJESEN

1899—1901

Oplag: 1200 Ekspl.

Thieles Bogtrykkeri

FORORD

Denne Bog er udarbejdet med det Formaal først og fremmest at skulle tjene som Vejledning for dem, der begynder et grundigt Studium af Bakteriologien, som de yngre medicinske og naturhistoriske Studerende ved Universitetet, Landbohøjskolens, den polytekniske og farmaceutiske Læreanstalts Elever o. l. For Lærere ved Landbrugs-, Mejeri- og tekniske Skoler kan den maaske tjene som et Hjælpemiddel ved Undervisningen, og muligvis kunde den ogsaa finde Læsere blandt saadanne, der ikke har haft Lejlighed til at følge med i den omfangsrige bakteriologiske Litteratur, men kunde ønske at faa et Overblik over vort almindelige Kendskab til Bakterierne i Øjeblikket — f. Eks. praktiserende Læger paa Landet eller i Provinsbyer, der ligger fjærnt fra de store Biblioteker.

Det, der adskiller denne fra de fleste andre eksisterende Fremstillinger af Bakteriologien, er, at vi paa intet Sted gaar ind paa den specielle Bakteriologi, men udelukkende beskæftiger os med *Bakteriernes almindelige Naturhistorie* som Grundlag for et mere specielt Studium af deres Betydning i Patologien, Agrikulturkemien, Teknikken m. m., og at vi med denne Begrænsning har søgt gennemført en saavidt mulig rationel Ordning af Stoffet. Og da vi anser et nøje Kendskab til disse Organismers morfologiske og fysiologiske Karakterer som ganske nødvendigt for den, der senere vil arbejde selvstændigt som Bakteriolog, har vi søgt at give et nogenlunde fyldigt Billede af dem i deres Forhold til den øvrige organiske Natur. Vi har

da her paa mange Punkter maattet forudsætte noget Kendskab til den almindelige Cellelære, Botanik, Kemi og Fysik, medens vi paa enkelte Steder har tilføjet Noter med forklarende Data fra den saakaldte fysiske Kemi, der som en forholdsvis ny Disciplin maaske endnu kunde være fremmed for en og anden.

Saa vidt muligt har vi søgt at holde os de botaniske Nomenklaturregler efterrettelige, men at gennemføre disse strængt overalt har dog vist sig at være mindre praktisk. Naar vi saaledes efter et systematisk Bakterienavn anfører flere Forfatternavne, deraf et eller flere indenfor en Parentes, et andet tilsidst udenfor denne, da betyder dette, at vedkommende af os benyttede Benævnelse skyldes den sidstnævnte Forfatter, medens vi ofte ved de indenfor Parentesen anførte Forfatternavne især har villet hentyde til Forskere, som særlig har gjort sig fortjente ved Undersøgelsen af vedkommende Bakterie; jfr. saaledes Miltbrandsbakterien, *Bacterium Anthracis* (Davaine, Koch et Cohn) Migula. — Mindre Uoverensstemmelser i Stavemaade og Sætningsadskillelse vil findes hist og her i Bogens forskellige Dele, skønt vi har bestræbt os paa at anvende samme Ortografi.

Under Udarbejdelsen af dette Arbejde har vi haft ikke ringe Vanskeligheder at kæmpe med, der har bidraget til at forsinke dets Afslutning: dels den overvældende Litteratur, spredt i de forskelligste Tidsskrifter og Specialarbejder, som maatte efterses, skønt dens Kvalitet ikke staar i noget Forhold til Kvantiteten, dels den Usikkerhed, der for Øjeblikket hersker i vor Viden om Bakterierne, og som navnlig er fremkaldt ved det Indblik, vi under de senere Aars Forskning har faaet i deres umaadelige Variationsevne, baade hvad morfologiske, fysiologiske og specielt patologiske Karakterer angaar. Vi skal i saa Henseende blot minde om Vanskeligheden ved at diagnosticere Bakterierne henhørende til den saakaldte Coligruppe og de nærstaaende Tyfus- og Svinepestgrupper, eller at adskille de specifikt patogene Former fra deres Pseudoformer (Pseudodifteri, Pseudotuberkulose, Pseudokolera osv.). — I det hele taget er der i Bakteriologien grumme lidet, som kan generaliseres og opstilles i Sætninger,

medens man tværtimod ofte maa tage Forbehold overfor bestemte Angivelser og indskrænke sig til at sige, at de gælder under de og de særegne, givne Forhold. Naar Bogen herved har faaet en Svaghed som »Lærebog« betragtet, maatte dette da vel finde sin Begrundelse i Æmnets Natur, og vi foretrækker derfor ogsaa at kalde den en »Vejledning«.

For den Velvilje og Hjælp, vi fra saa mange Sider og paa forskellig Maade har modtaget under Udarbejdelsen af vor Bog, bringer vi herved vor bedste Tak, saaledes til d'Hrr. Professorer Emil Chr. Hansen, Carl Salomonsen, Eug. Warming og R. Pedersen, og specielt til dem, der har haft Ulejlighed med at gennemlæse Dele af vort Manuskript eller hjulpet os med Korrekturen som d'Hrr. Lektorer C. O. Jensen og W. Johannsen, Dr. med. Thorvald Madsen, Docent Kolderup Rosenvinge og Cand. mag. Ove Paulsen. Dernæst takker vi Hr. cand. mag. Morten (Pedersen) Porsild, der foruden Registret har besørget en tysk Oversættelse og under dette Arbejde givet os forskellige nyttige Vink.

Endelig takker vi Ministeriet for Kirke- og Undervisningsvæsenet for den pekuniære Støtte, vi har modtaget under Udarbejdelsen, og vor altid velvillige og imødekommende Forlægger, Hr. Ernst Bojesen, for den smukke Udstyrelse, han har givet vor Bog.

København i August 1901.

JOHS. SCHMIDT. FR. WEIS.

INDHOLDSFORTEGNELSE.

I. ALMINDELIG DEL.

Første Kapitel. Morfologi og Udviklingshistorie, af *Johs. Schmidt.*

Andet Kapitel. Fysiologi, af *Fr. Weis.*

Tredje Kapitel. Udbredelse, Forekomst og Betydning, af *Fr. Weis.*

II. SPECIEL DEL, af *Johs. Schmidt.*

Fjerde Kapitel. Beskrivelse af de vigtigste Bakteriearter.

Femte Kapitel. Tillæg til Bakterierne.

JOHS. SCHMIDT OG FR. WEIS

BAKTERIERNE

NATURHISTORISK GRUNDLAG
FOR DET BAKTERIOLOGISKE STUDIUM

I

MORFOLOGI OG UDVIKLINGSHISTORIE

AF
JOHS. SCHMIDT



KØBENHAVN
DET NORDISKE FORLAG
BOGFORLAGET ERNST BOJESEN
1899

I

MORFOLOGI OG UDVIKLINGSHISTORIE

FØRSTE AFSNIT

ALMINDELIG DEL

FØRSTE KAPITEL.

MORFOLOGI OG UDVIKLINGSHISTORIE.

§ 1. Cellens ydre Form og Størrelse.

Ligesom alle andre levende Væsener er Bakterierne opbyggede af Celler. Disse Celler kan enten enkeltvis føre et selvstændigt Liv eller paa forskellig Vis være forbundne til Enheder af højere Orden. Med denne Adskillelse for Øje har man en- eller flercellede Bakterier. Den Maade, paa hvilken Cellerne hos Bakterierne forbindes til saakaldte Vækstformer, vil blive omtalt i næste §; her skal kun den enkelte Celles ydre Bygning behandles.

Saavel i Rumfang som i ydre og indre Struktur staar Bakteriecellen paa et meget lavt og lidet differentieret Standpunkt, saa lavt, at Bakterierne samtidigt er de mindste og de lavest staaende af alle kendte Organismer. Saaledes opnaar Cellen kun en Udstrækning af højest nogle faa Mikromillimetre (μ)[1] og er i intet Tilfælde saa stor, at den kan opdages af det ubevæbnede Øje, men kun ved stærke Forstørrelser under Mikroskopet.

Ogsaa Bakteriecellens Former er kun faa og enkelte, hvad der bedst træder frem ved Sammenligning med andre Grupper af lavtstaaende Organismer, t. Eks. de bekendte Diatomeer. Ved en saadan Sammenligning vil man finde, at der hersker forholdsvis stor Ensformethed i Bakteriecellens Bygning.

Hovedformerne er saaledes kun tre, som det vil fremgaa af følgende Oversigt:

[1] Ved 1 Mikromillimeter eller 1 μ betegner man i Mikrobiologien en Længdeudstrækning af $^1/_{1000}$ Millimeter.

A. Cellen har samme Udstrækning i alle Rumretninger:

1. Kugleformen.

B. I Cellen er der udpræget en Længdeakse.

a. Denne Akse ligger i eet Plan:

2. Stavformen.

b. Aksen gaar gennem flere Planer:

3. Skrueformen.

Mellem disse tre Formtyper bevæger Bakteriecellens Former sig, forbundne ved jævne Overgange, idet man her lige saa lidt som andetsteds i Organismernes Verden stedse træffer Typerne rene. Tænker man sig saaledes en Bakteriecelle af typisk Stavform og med afrundede Ender forkortes mere og mere, vil der til sidst fremkomme en Form, som nærmer sig meget til Kugleformen. Derfor, og tillige paa Grund af Cellernes store Lidenhed, kan det ofte være forbundet med Vanskelighed at erkende, hvilken af de tre Former man har for sig. Men i Hovedtrækkene vil man kunne udtrykke en Bakteriecelles Form ved Betegnelser som: Kugleform, kortere eller længere Stavform, tættere eller videre Skrueform o. s. v.

Hertil maa endvidere ved nøjagtige Beskrivelser af Celleformer undertiden føjes forskellige finere Struktursæregenheder, som det ved den moderne mikroskopiske Tekniks Fuldkommenhed har været muligt at faa Øje paa. Naar man saaledes til Eksempel skal beskrive Celleformen af en Miltbrandsbakterie, vil man ikke nøjes med at sige, at Bakterien er af kort Stavform, men tillige, at Stavenes Ender er ejendommeligt brat afstumpede eller endog lidt indkærvede, dette til Adskillelse fra andre ellers lignende Arter som t. Eks. Høbacillen, Bacillus subtilis, hvor Enderne er afrundede.

Saadanne tilsyneladende ubetydelige, men dog konstante, Smaaforskelle mellem i øvrigt ens udseende Arter kunde man nævne flere Eksempler paa, og dette Forhold er nærmere omtalt her, fordi man tidligere har været tilbøjelig til at overse det, skønt det i flere Tilfælde vil kunne faa Betydning ved den finere Artsadskillelse, der jo bl. a. især i den medicinske Bakteriologi spiller saa stor en Rolle.

Her, ved Omtalen af Cellens Former, maa til Slutning lige nævnes, at Bakteriernes Celler undertiden, under bestemte Betingelser, kan antage ejendommelige, fra det normale tildels meget afvigende Former. Disse, de saakaldte Involutionsformer, vil dog først paa et senere Sted (§ 7) blive nærmere behandlede ligesom ogsaa de Formforandringer, visse Bakterieceller undergaar, naar de er ved at indtræde i Sporedannelse (§ 5).

§ 2. Vækstformer.

Bakteriernes Formering sker simpelthen, ved at deres Celler tværdeler sig[1]. De nærmere Omstændigheder ved denne Tværdeling kan først senere udførligt beskrives.

Efter Delingen løsnes nu enten Delingsprodukterne snart fra hinanden og vokser videre hver for sig for efter en vis Tids Forløb atter at dele sig, eller de vedbliver at hænge sammen og danner Celleforbindelser af forskellig Art. De vegetative Formtilstande, hvorunder Bakterierne saaledes optræder, kaldes deres Vækstformer eller Morfer, og man anvender til disses Betegnelse en Del forskellige Navne. Vækstformernes Udseende afhænger for det første af Cellernes Form og for det andet af Delingernes Beskaffenhed. Man kan efter Celleformerne udsondre tre Hovedgrupper af Vækstformer.

A. Cellerne kugleformede.

Den simpleste Form er *Kugleformen. Micrococcus*, med nogenlunde samme Udstrækning i alle Rummets Retninger. Naar Deling af en Micrococcus skal finde Sted, opstaar der i Cellen en midtstillet Skillevæg (som dog først bliver synlig efter Anvendelsen af visse Reagenser). Denne Væg spaltes derpaa, og Delingsprodukterne afrundes mere eller mindre mod hinanden. Skilles nu de ved Delingen dannede Celler umiddelbart efter denne fra hinanden, faar man Vækstformen *Monococcus*, bestaaende af lutter enkelte Mikrokokker. Imidlertid kan Cellerne ogsaa forblive sammenhængende to og

[1] Heraf Navnene »Spaltpilze« og Schizomycetes.

to, ved at Adskillelsen først finder Sted efter hverandeb De-ling: Vækstform *Diplococcus.* Her afrundes de sammenstø-





Fig. 1. *Micrococcus Gonorrhoeae* (Neisser) Flügge. Vækstform **Diplococcus**. A $^{1200}/_1$. B skematisk, meget stærkt forstørret. (Efter Lehmann og Neumann).

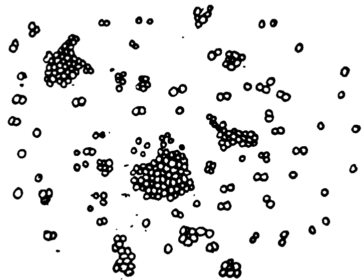
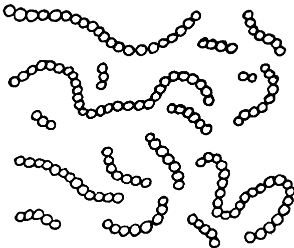


Fig. 2. *Micrococcus pyogenes aureus* Passet et Rosenbach. Vækstform **Staphylococcus**. $^{1000}/_1$. (Efter Migula).

dende Cellevægge ikke saa meget, men Cellerne bliver mere eller mindre afladede eller endog indkærvede paa Berøringsstederne (Fig. 1, B). Denne Vækstform er bl. a. typisk for *Micrococcus Gonorrhoeae.* Naar kugleformede Celler efter gentagne Delinger lejrer sig i mere eller mindre uregelmæssigt drueformede Hobe, plejer man at kalde denne Vækstform *Staphylococcus* (Fig. 2). Den er bl. a. karakteristisk for *Micrococcus pyogenes aureus.* Foruden disse tre nævnte Vækstformer, som er af lidet konstant Natur og hos samme Art hyppigt varierer, optræder de kugleformede Bakterier endnu under nogle andre, der ved Celledelingernes bestemtere Retning er langt bedre karakteriserede. De kan overses saaledes:

a. Delingerne foregaar altid i een og samme Rumretning.



Herved fremkommer perlesnorlignende Kæder, der undertiden kan opnaa forholdsvis store Længder: Vækstform *Streptococcus* (Fig. 3, *Streptococcus erysipelatos).*

Fig. 3. *Streptococcus erysipelatos* Fehleisen. Vækstform **Streptococcus**. $^{1000}/_1$. (Efter Migula).

b. Delingerne foregaar efter to paa hinanden vinkelrette Rumretninger.

Resultatet heraf bliver, at Cellerne ordner sig i Tavler bestaaende af 4, 16, 64, 256 o. s. v. Celler: Vækstform *Tetra-*

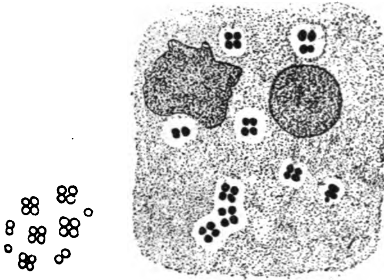


Fig. 4. *Micrococcus tetragenus* Gaffky. Vækstform **Tetracoccus.** 1000/1. (a efter Alfr. Fischer, b efter Migula).



Fig. 5. *Merismopedia littoralis* (Ørsted), en *rød Svovlbakterie.* Vækstform **Merismopedia** 660/1. (Efter Warming).

coccus eller, især naar Tavlerne bestaar af mange Celler, *Merismopedia* (Fig. 4, 5).

Som Tilfældet var hos Diplococcus, er Cellerne her affladede paa Berøringsstederne. Hvor dette er mest udpræget, har den sidste Deling fundet Sted, saa at man altsaa i givet Tilfælde kan bestemme Delingernes Rækkefølge.

c. Delingerne foregaar efter alle tre Rumretninger.

Den Vækstform, som herved fremgaar, hedder *Sarcina* og er meget ejendommelig og let kendelig, idet den ligner en Stabel tærningformede Pakker, hvor Indsnøringer betegner de enkelte Cellers Plads (Vareballeform, Fig. 6).

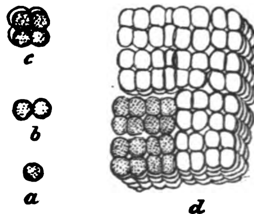


Fig. 6. *Sarcina ventriculi* Goodsir. Vækstform **Sarcina.** (Efter Zopf).

d. Delingerne foregaar i Begyndelsen efter alle tre Rumretninger, senere kun efter to.

Denne Vækstform, som er sjældnere, kaldes *Clathrocystis.* Paa Grund af Delingernes Beskaffenhed er Cellerne ordnede

paa Overfladen af hule Kugler, hvis Vægge ofte gennembrydes netformet. Den findes hos enkelte Svovlbakterier (*Clathrocystis roseo-persicina*). Fig. 7).

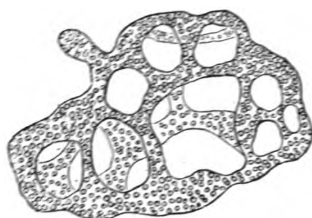


Fig. 7. *Clathrocystis roseo-persicina* Cohn, en rød Svovlbakterie. Vækstform **Clathrocystis.** $^{250}/_{1}$. (Efter Zopf).

Man vil indse, at Deling efter tre Rumretninger i en given Tid kan frembringe flere Celleindivider end Delingen efter kun to; denne sidste giver atter større Antal end, naar Cellerne alene deles i en af Rummets Retninger. Med dette for Øje har man ved Formler søgt at udtrykke Delingernes Forløb. Er saaledes Celleantallet til en Begyndelse a, vil det efter n Delinger være

$$e_1 = 2^n a$$
$$e_2 = 2^{2n} a$$
$$e_3 = 2^{3n} a,$$

naar Delingerne henholdsvis gaar for sig i 1, 2 og 3 Retninger af Rummet.

B. Cellerne stavformede.

I den anden Hovedgruppe af Vækstformer er Cellerne

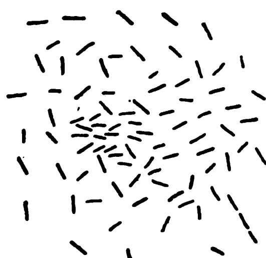


Fig. 8. *Bacterium erysipelatos suum* (Löffler, Schütz), *Rødsyge*. **Længere Stave.** $^{1000}/_{1}$. (Efter Migula).



Fig. 9. *Bacterium Kützingianum* E. Chr. Hansen, en *Eddikesyrebakterie*. **Kortere Stave.** $^{1000}/_{1}$. (Efter E.Chr. Hansen).

cylindriske Stave, som altsaa har en udpræget Længdeudstrækning i een Retning, en Længdeakse. Saadanne

stavformede Bakterier kaldes *Bacillus*. For de kortere Stave, hvis Bredde kun overstiges faa Gange af Længden, anvender man eller anvendte især tidligere Navnet *Bacterium* (Fig. 9), medens *Bacillus* i saa Fald indskrænkes til Betegnelse af længere og slankere Stave (Fig. 8). Naar de stavformede Celler er saa korte og plumpe, at de vanskeligt adskilles fra Mikrokokkerne, benævnes de undertiden *Coccobacterium*. Denne Form findes til Eksempel hos den bekendte Vidunderbakterie *Bacillus prodigiosus* (Fig. 10).

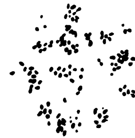


Fig. 10. *Bacillus prodigiosus* (Ehrenberg), *Vidunderbakterien*. **Meget korte Stave.** (Coccobacterium) $^{800}/_{1}$. (Efter Lehmann og Neumann).

Stavbakteriernes Vækst og Deling gaar saaledes for sig: Skal en Stav dele sig, forlænges den i sin Længderetning, indtil den omtrent har opnaaet den dobbelte Længde; derpaa opstaar en midtstillet Skillevæg, der enten

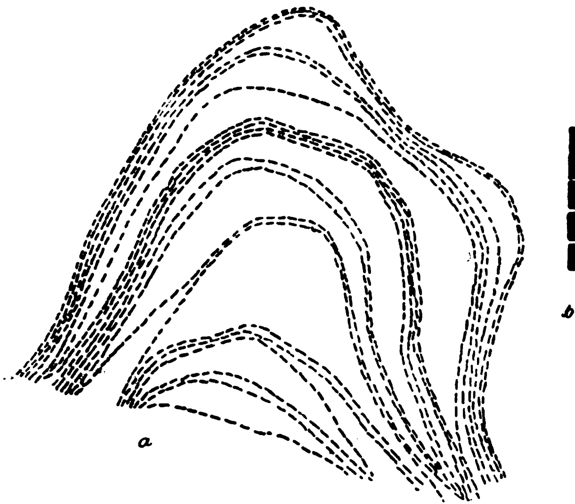


Fig. 11. *Bacterium Anthracis* (Davaine, Koch et Cohn), *Miltbrand*. Vækstform **Streptobacillus**. a $^{100}/_{1}$. b $^{1000}/_{1}$. (Efter Migula).

kan spaltes eller forblive hel som omtalt ved Micrococcus. Herved fremkommer Vækstformer, der benævnes paa tilsvarende Maade som de kugleformede Bakteriers: *Diplobacillus*

(-bacterium). *Streptobacillus(-bacterium)*. Disse Navne findes dog kun forholdsvis sjældent anvendte i Litteraturen.

Dersom Skillevæggene forbliver enkelte og uspaltede, maa de nydannedeCeller vedblive at hænge sammen, og der dannes saaledes efterhaanden lange traadformede Celleforbindelser: Vækstform *Streptothrix* (Fig. 12). Saadanne lange og tynde Celletraade viser i Reglen ikke deres Leddeling i Celler; kun naar Indholdet t. Eks. ved daarlig Ernæring er stærkt bleget eller, naar man har tilsat Reagenser, træder den virkelige leddelte Struktur tydeligt frem.

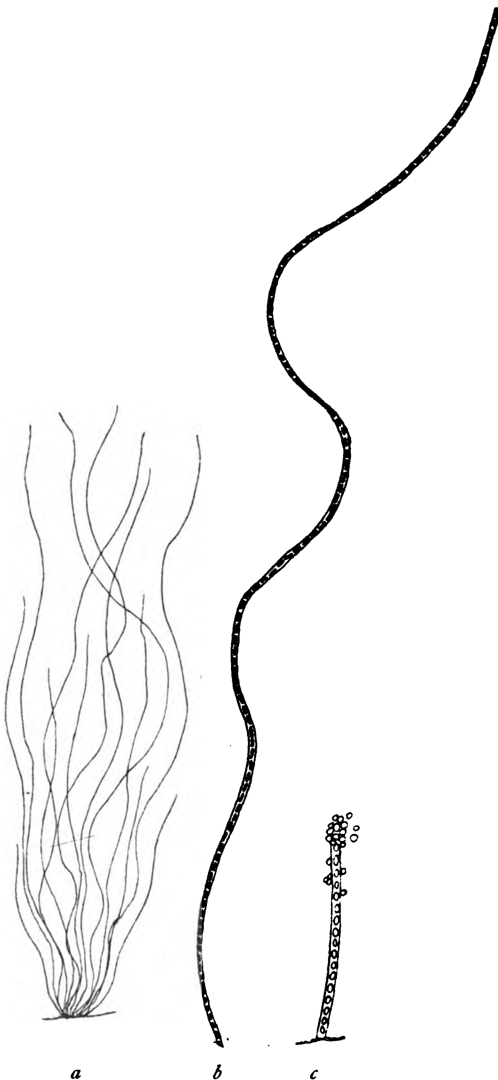


Fig. 12. *Streptothrix hyalina* Migula.
b er en Traad, som efter Behandling med Jod viser sin Leddeling i Celler. (a 200/1; b, c 1000/1). (Efter Migula).

For alle de nævnte Vækstformer af denne ligesom ogsaa af næste Gruppe gælder det, at Celledelingerne kun foregaar efter een af Rummets Retninger, nemlig vinkelret paa Sta-

venes Længdeakse[1]. Herved udelukkes Vækstformer i Lighed med Merismopedia og Sarcina hos de kugleformede Bakterier.

At Dannelsen af ejendommelige Formeringsceller hos enkelte traadformede Bakterier sker ved paa hinanden følgende Celledelinger i alle tre Rumretninger, vil senere blive omtalt.

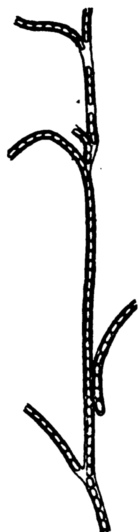


Fig. 13. *Cladothrix dichotoma* Cohn, *Grenhaar*. Del af en grenet Traad. $^{600}/_{1}$. (Efter Alfr. Fischer).

Det højeste Standpunkt blandt denne Gruppes Vækstformer indtager *Cladothrix* (Fig. 13), som betegner traadformede, forgrenede Celleforbindelser. Indenfor en Geléskede bestaar Traaden her af stavformede Celler og viser utydelig Leddeling. Den Forgreningsmaade, som her optræder, er den, man i Botanikken kalder den falsk gaffelgrenede (pseudo-dichotomisk Forgrening). Den kommer i Stand, ved at en af de stavformede Celler, hvoraf Traadene bestaar, skyder den ovenover liggende Del til Side og fortsætter sin Vækst og sine Delinger i en ny Retning, medens den øvre Celle vokser videre i Traadens oprindelige Retning. Saadanne Forgreninger opstaar med visse Mellemrum i Traadene og giver dem derved det ejendommelige, ret regelmæssigt tvesidet grenede Udseende, som Figuren viser.

Da, som nævnt, Celledelingerne i denne Gruppe stedse foregaar lodret paa Stavens Længdeakse, gælder for Delingsmaaden her Formlen

$$e = 2 a,$$

hvor Bogstaverne har samme Betydning som tidligere.

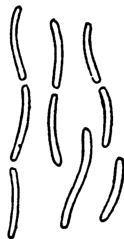


Fig. 14. *Vibrio Rugula* (O. Fr. Müller). Svagt krummede Stave, ca. $^{1000}/_{1}$. (Efter Prazmowski).

[1] I Litteraturen finder man dog angivet enkelte Undtagelser herfra t. Eks. *Bacillus tumescens* Zopf, hvor Delingerne er Længdedelinger af Cellen. Saadanne Iagttagelser er imidlertid dels ganske isolerede, dels af tvivlsom Natur og ikke sikkert bekræftede.

Saafremt de stavformede Celler ikke er retlinede, men viser en mere eller mindre udtalt Krumning gennem eet Plan, fremkommer en Vækstform, der kaldes *Vibrio* (Fig. 14). Fra denne føres man let over i næste Hovedgruppe

C. Cellerne skrueformede.

Tænker man sig hos Vibrio Krumningen træde ud af Planet, fremkommer der en Del af en Skrue eller den Vækst-

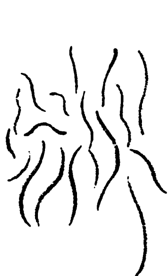


Fig. 15. *Spirillum serpens* (O. Fr. Müller). 660/1. (Efter Warming).

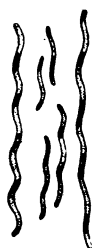


Fig. 16. *Spirillum tenue* Ehrenberg. 660/1. (Efter Warming).

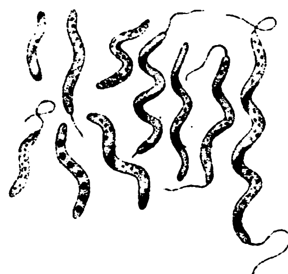


Fig. 17. *Spirillum volutans* Ehrenberg. 660/1. (Efter Warming).

form, som man kalder *Spirillum* (Fig. 15—21). Forskellen mellem Vibrio og Spirillum beror altsaa paa, om Cellernes Krumning ligger i eet eller flere Planer, men den kan, naar

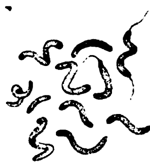


Fig. 18. *Spirillum undula* (O. Fr. Müller) Ehrenberg. 660/1. (Efter Warming).



Fig. 19. *Spirillum Rosenbergii* Warming, en *Svovlbakterie*. 660/1. (Efter Warming).

Spirillen kun udgør en meget lille Del af en Skruegang, være saa ringe, at Adskillelsen blot faar teoretisk Betydning og er umulig i Praksis.

Ved Celledelinger, der her finder Sted lodret paa Længdeaksen, kan Skruevindingernes Antal forøges, saa at til sidst lange, meget regelmæssigt snoede Skruer opstaar. Foruden i Skruernes større eller mindre Regelmæssighed og Cellernes Tværmaal frembyder Spirilformerne Forskelligheder med

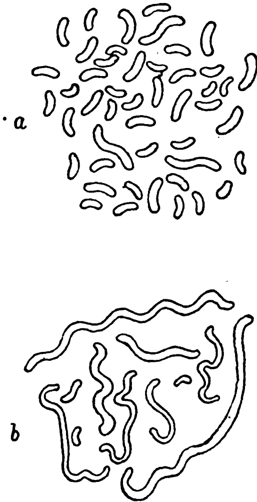


Fig. 20. *Microspira Comma* (R. Koch), *Asiatisk Kolera*. *a* enkelte Celler og korte Celleforbindelser, *b* længere skrueformede Celleforbindelser samt Involutionsformer. $^{1000}/_{1}$. (Efter Migula).

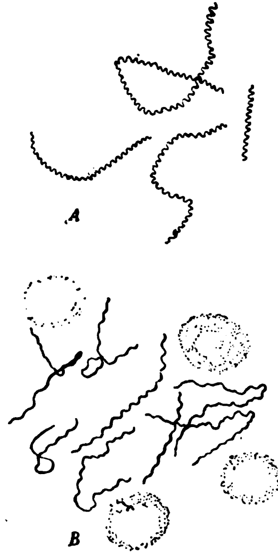


Fig. 21. A *Spirochaete plicatilis* Ehrenberg; B *Spirochaete Obermeieri* Cohn. $^{1000}/_{1}$. (Efter Migula).

Hensyn til Vindingernes Tæthed eller Højde. Til Betegnelse af meget tynde skrueformede Bakterier med lave og tætte Skruegange har man indført Navnet *Spirochaete* (Fig. 21).

Om flere af de her beskrevne Vækstformer gælder det, at de kun besidder ringe Konstans og derfor tildels lader sig ret betydeligt paavirke af ydre Forhold (herom nærmere i § 7). Den Betydning, de faar som Udtryk for virkelige Slægtskabsforhold inden for Bakterierne, er derfor temmelig uensartet og i det hele ikke særlig stor. Af denne Grund

maa de Karakterer, som skal give Udtryk for virkeligt Slægtskab, tillige søges i andre Forhold end Vækstformerne, saaledes navnlig i Udviklingshistorien, i Svingtraadenes og i Sporernes Forhold, og det bør allerede her udtrykkeligt bemærkes, at de Navne, som hidtil er anvendte til Betegnelse af Vækstformer (Bacterium, Bacillus, Spirillum etc.) ikke dækker over de samme Begreber, som er benævnede med samme Navne i det »Bakteriesystem«, man har søgt at opstille ved at begrunde det paa værdifulde Karakterer.

Paa dette Sted kan allerede nævnes, at der til alle de Vækstformer, vi har beskrevet, findes lignende Parallelformer blandt en anden Gruppe af lavtstaaende Organismer, nemlig de *blaagrønne Alger* eller *Cyanofyceerne.* De nærmere Forhold herved vil senere blive udførligere omtalte og illustrerede i et Afsnit, der handler om Bakteriernes Slægtskab med andre Organismer.

§ 3. Cellens finere Bygning.

Til Undersøgelse af Bakteriecellernes finere Bygning anvender man foruden den umiddelbare mikroskopiske Iagttagelse af levende Bakterier tekniske Hjælpemidler og Metoder af forskellig Art[1]. Saaledes først og fremmest Farvning med Farveopløsninger, som optages og aflejres i Cellerne. Mange Strukturejendommeligheder træder først frem efter Farvninger, som derfor spiller en stor Rolle i den bakteriologiske Teknik.

Inden Bakterierne farves, dræbes og fikseres (hærdes) de i Almindelighed først. Det sidste kan ske enten, ved at Vædsken, hvori de befinder sig, indtørres paa et Dækglas, som derefter trækkes igennem en Bunsensk Gasflamme, eller ogsaa ved Hjælp af Fikseringsvædsker af forskellig Art (Alkohol, Jodalkohol, Overosmiumsyre o. s. v.). Naar Cellerne er fikserede, lader man Farveopløsningerne (Anilinfarver, Hæmatoxylin o. s. v.) paavirke dem i kortere eller længere Tid efter den Grad, man ønsker dem farvede, skyller den

[1] Se herom nærmete *Salomonsen: Bakteriologisk Teknik* 3. Udg. 1894, p. 188 ff.

overskydende Farve af, og Præparatet er da færdigt til den mikroskopiske Undersøgelse.

Foruden ved Farvninger har man i nyeste Tid opnaaet vigtige Oplysninger om Bakteriernes finere Bygning ved at plasmolysere Cellerne. Ved Plasmolyse forstaas i Korthed den Proces, hvorved Cellens Indhold, Protoplasmaet, løsnes fra Væggen og trækker sig sammen mod Cellens indre. Den kommer i Stand, naar Cellerne anbringes i Saltopløsninger af visse vandsugende Stoffer (t. Eks. Kogsalt og Salpeter) og af højere Koncentration end Celleindholdets egen. Det kan bemærkes, at Bakteriecellerne allerede plasmolyseres af Saltopløsninger, der kun har halv saa stor en Koncentration som den, der er nødvendig for at fremkalde Plasmolyse hos højere Planters Celler[1] (Alfr. Fischer).



Fig. 22. **Plasmolyserede Bakterier.** a, b, c *Microspira Comma* (R. Koch), *Asiatisk Kolera*; d *Bacillus typhi* Gaffky, *Tyfus*; e *Spirillum undula* (O. Fr. Müller) Ehrenberg. I *a* synes Cellerne henfaldne i glinsende Korn, i *b* er det virkelige Forhold illustreret; *c* og *d* viser Polkorn-lignende Dannelser. e er plasmolyseret ved Indtørring i raadnende Vand (Præparationsplasmolyse). I alle Figurerne er Protoplasmaet sort. a $^{300}/_1$. b—e $^{1500}/_1$. (Efter Alfr. Fischer).

Endelig undersøger man Bakteriernes kemiske Sammensætning saavel ved Hjælp af mikrokemiske[2] Reaktioner for at paavise visse enkelte Stoffers Tilstedeværelse (t. Eks. Cellulose og Stivelse), som ved de sædvanlige kvantitative kemiske Bestemmelser, der udføres paa store Bakteriemængder.

Man kan i Bakteriernes Celler udsondre følgende Hovedelementer:

1. Væggen (Membranen), undertiden med en saakaldt Kapsel.
2. Protoplasmaet med dets Vakuoler og Korn, de sidste af forskellig Natur.

[1] Det saakaldte osmotiske Tryk i Bakteriernes Celler er saaledes kun halvt saa stort som i de højere Planters.

[2] Under Mikroskopet udførte.

3. Svingtraade (Cilierne).
(4. Farvestoffer af forskellig Art.)

De to sidstnævnte Elementer er ikke til Stede hos alle Bakterier; et i Cellen indeholdt og for denne betydningsfuldt Farvestof findes endog kun hos faa.

I. Væggen.

Bakteriecellens Væg er en tynd, farveløs Hinde, der, saavidt det er muligt at se, ikke har nogen finere Struktur[1]. Den afviger i sine fysiske Forhold ikke stort fra den sædvanlige Plantecelles. Dog er den ikke helt saa gennemtrængelig som denne for opløste Stoffer og ligner derfor i saa Henseende det, man i de højere Planters Celler kalder Protoplasmaets Hudlag. I sjældne Tilfælde kan Væggen paavises ved direkte Iagttagelse, idet man da mere eller mindre tydeligt ser, at Cellernes Begrænsning har en dobbelt Kontur. Plasmolyseres Bakterierne t. Eks. i en 1 % Kogsaltopløsning, fremtræder den med største Tydelighed, ved at Indholdet trækker sig tilbage, og der efterlades et plasmatomt Rum mellem dette og Væggen (Fig. 22, 23).

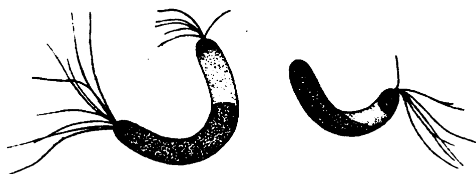


Fig. 23. *Spirillum undula* (O. Fr. Müller) Ehrenberg.
To Individer, som er plasmolyserede ved Indtørring (Præparationsplasmolyse). Paa de Steder, hvor Protoplasmaet har trukket sig tilbage, ser man tydeligt Cellevæggen. Ca. $^{1500}/_{1}$. (Efter Alfr. Fischer).

Medens Væggens Begrænsning indad mod Celleindholdet stedse er tydelig, vil man i Reglen finde, at dens ydre Kontur er mindre skarp eller endog ganske udvidsket. Dette kommer af, at Væggen og da særlig dens ydre Del er meget tilbøjelig til at optage Vand og derved svulme op til en geléagtig Substans, som undertiden kan opnaa betydelige Dimensioner. Farves nu saadanne Bakterier, vil Celleindholdet

[1] En enkelt Undtagelse herfra er beskrevet (Chromatium Okenii ifølge Bütschli); jfr. ogsaa Sporevæggen hos visse Bakterier (p. 45).

optage rigeligt af Farvestoffet, medens den opsvulmede, svagt lysbrydende Vægdel kun farves svagt. Ved Betragtning af Bakterierne viser disse sig da omgivne af et blegt Hylster, som man kalder deres Kapsel[1], og de Bakterier, hvis ydre Vægdel har Tilbøjelighed til stærk Opsvulmning, benævnes Kapselbakterier. Som typiske Eksempler paa saadanne Bakterier kan man nævne *Micrococcus tetragenus*, *Bacterium* (Diplococcus) *pneumoniae*. *Streptococcus mesenterioïdes* (Leuconostoc) o. s. v., men flere andre, saaledes Miltbrandbakterien, *Bacterium Anthracis*, er i Stand til at danne tydelige Kapsler.

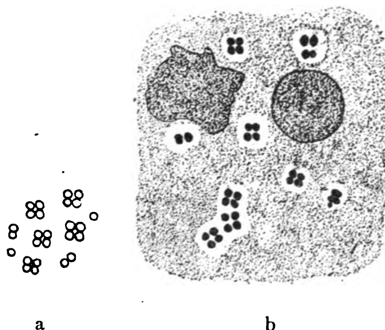


Fig. 24. *Micrococcus tetragenus* Gaffky. a fra Renkultur uden Kapsel, b i Vævssaft med tydelig Kapsel. 1000/1. (a efter Alfr. Fischer, b efter Migula).

Hvad man hos farvede Bakterier kalder Kapslen, er i øvrigt ikke altid selve denne. Saaledes gælder dette for de (især patogene) Bakteriers Vedkommende, der farves direkte fra den Vævssaft, hvori de har levet. Som omtalt indtørrer man i Reglen Bakterierne paa et Dækglas før Farvningen. Den omgivende Vædske, her altsaa Vævssaften, tørrer hurtigt ind lige til Kapslens yderste Grænse, hurtigere end Kapslen, som paa Grund af sin gelatinøse Natur kun langsomt afgiver Vandet. Efterhaanden sker dette

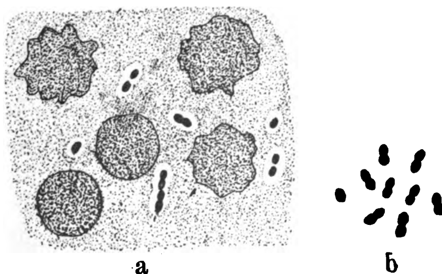


Fig. 25. *Bacterium pneumoniae* (Fränkel, Weichselbaum). (Diplococcus Pneumoniae). a Sputumpræparat, Kapslen tydelig. b Celler fra en Renkultur, Kapslen mangler. 1000/1. (Efter Migula).

[1] Ved særegne Metoder (en saadan er bl. a. angivet af Johne) kan man opnaa smuk Farvning af Kapslen.

sidste dog, og Kapslen trækker sig langsomt sammen om Cellekroppen. Herved opstaar et tomt og derfor senere ufarvet Rum mellem den hurtigt indtørrede Vævssaft og Celleindholdet som bægge farves. Dette Rum kommer saaledes til at tage sig ud som en ufarvet Kapsel, skønt det i Virkeligheden kun betegner dennes Plads i den levende Bakterie (Migula).

Kapslens Udvikling og Mægtighed er i høj Grad afhængig af ydre Forhold, saaledes især af den Næringsbund, hvori Bakterierne vokser. Dette er t. Eks. meget tydeligt hos den omtalte *Streptococcus mesenterioïdes*. Dyrkes den i Sukkeropløsning, opnaar Kapslen en Tykkelse, som overgaar Cellens med indtil det 20-dobbelte, medens den i sukkerfrit Substrat næppe er til at faa Øje paa. Noget lignende gælder flere patogene Bakterier, som i deres Værters Legemer danner typiske Kapsler, men paa kunstig Næringsbund ikke kan bringes til mindste Spor af Kapseldannelse.

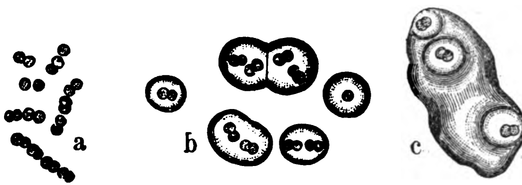


Fig. 26. *Streptococcus mesenterioïdes* (Cienkowski, van Tieghem), Frølegbakterien, Leuconostoc. a dyrket paa sukkerfrit, b og c paa sukkerholdigt Substrat; kun paa det sidste kommer Kapslen til Udvikling. 1200/1. (Efter Liesenberg og Zopf.)

Om Kapslens eventuelle Betydning for vedkommende Arter vides intet. Man har formodet, at den skulde være et Beskyttelsesorgan for Bakterierne mod ugunstige Kulturbetingelser (Babes), men denne Antagelse synes ikke at være holdbar eller er i alt Fald ikke almengyldig (Binaghi).

Kapseldannelser af anden Natur end de omtalte træffes ogsaa hos Bakterierne, nemlig hos de saakaldte *Skedebakterier (Chlamydobacteriaceae*. Fig. 27). De modsvarer ganske dem, som findes hos mange lavere Alger, og det drejer sig her ikke om et blødt Slimhylster om Cellerne, men om en fast og tæt


Fig. 27. *Cladothrix dichotoma* Cohn. Fire Traadceller med den omgivende Geléskede. (Efter Arth. Meyer.)

Geléskede, der er forholdsvis vandfattig. Den omgiver de traadformede Bakterier som et cylindrisk Rør, der efter de indeholdte Cellers Død og Henfald i længere Tid kan holde sig uforandret. (Om Udskilning af Jærntveilte i Skederne, muligvis som en Følge af Traadenes Livsvirksomhed, se senere den fysiologiske Del.)

Bakteriecellens Væg bestaar i Reglen for den ganske overvejende Del af æggehvideholdige Stoffer. Dette er paavist saavel kvalitativt (mikrokemisk)[1] som ved kvantitative Bestemmelser. Men i enkelte Tilfælde kan Æggehvidestofferne delvis eller endog helt erstattes af Kulhydrater af ikke nærmere bekendt Natur. Som rene Undtagelser har man fundet, at visse Bakteriers Cellevægge giver Cellulosereaktion (t. Eks. *Sarcina ventriculi* og en Eddikesyrebakterie: *Bacterium xylinum);* for den førstes Vedkommende er dette dog delvis afhængigt af de Betingelser, hvorunder Bakterien har levet (Migula). En anden Eddikesyrebakteries, *Bacterium Pasteurianum's* Slimkapsel farves blaa med Jod, hvad der peger hen paa, at den indeholder et stivelselignende Stof (E. Chr. Hansen).

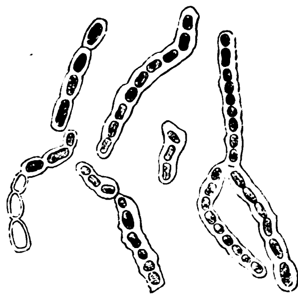


Fig. 28. *Bacterium Pasteurianum* E. Chr. Hansen, en *Eddikesyrebakterie.*
Fra en gammel Vegetation paa Øl. Cellerne, som er bejtsede og farvede, ses omgivne af deres Slimkapsler; af nogle af disse er Cellerne faldne ud. $^{1000}/_{1}$. (Efter E. Chr. Hansen.)

Men som sagt er det Hovedreglen, at Bakteriernes Cellevægge bestaar af æggehvideholdige Stoffer, der antages at staa Protoplasmaets Bestanddele nær. Tillige vides det, at den saakaldte Kapsel i sin kemiske Sammensætning hyppigt afviger fra den øvrige Del af Væggen. Blandt andet af denne Grund har man sammenlignet Kapslen med Plantecellernes Membran og antaget den egentlige æggehvideholdige Vægdel for »et kondenseret eller fortættet Protoplasma-

[1] Ved Millons Reagens.

lag«, som man plejer at udtrykke det. Disse Spørgsmaal er dog af for hypotetisk og svævende Natur til, at de her kan finde nærmere Omtale.

2. Protoplasmaet.

Inden for Cellevæggen findes Protoplasmaet. Dette er en blød og slimet, æggehvideholdig Masse, hvis finere Struktur her som hos andre Organismer er ukendt. I ganske unge Celler, der er dannede ved Sporers Spiring, udfylder Plasmaet hele Cellerummet som en ensartet Masse, men snart opstaar der et centralt, vædskefyldt Hulrum. Naar Bakterierne vokser, forstørres det, og naar Cellerne skal dele sig, deles det samtidig. Saadanne Hulrum kaldes Protoplasmaets Vakuoler.

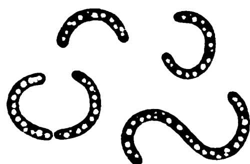


Fig. 29. *Spirillum undula* (O. Fr. Müller) Ehrenberg. Cellerne er fikserede med Osmiumsyre og derefter farvede, hvorved Strukturen træder frem. Protoplasmaet er mørkt, Vakuolerne hvide. $^{1500}/_{1}$. (Efter Alfr. Fischer).

I ældre Celler er der ofte kun lidet Plasma tilbage, idet den centrale Vakuole udfylder næsten hele Cellerummet. Det resterende Protoplasma er da presset op mod Cellevæggen som en tynd Vægbeklædning. I andre Tilfælde (især hos store Spiriller og andre store Bakterier) optager Vakuolen ikke hele Cellens indre, men er ved Plasmaskillevægge, som gaar fra det ene Væglag til det andet tværs over Cellen, delt i flere mindre Hulrum. Celleindholdet faar derved en kamret Bygning, hvor Kammervæggene bestaar af Protoplasma, medens selve Kamrene er Hulrum, fyldte med en Vædske, som kaldes Cellesaften.

Den beskrevne Bygning kan kun sjældent ses direkte paa levende Celler, men træder frem ved særlige Farvemetoder med forudgaaende Fiksering, t. Eks. i Jodalkohol. Ved saadanne Farvninger viser det sig tillige, at der i Protoplasmaet findes smaa Korn i forskelligt Antal, idet disse farves stærkere end selve Protoplasmaet (Fig. 30). De er ikke til Stede i unge Celler, men dannes først efterhaanden. Undertiden, dog kun sjældent, kan de ses uden først at være farvede. I et nøjagtigt undersøgt Tilfælde (*Bacillus astero-*

sporus) var deres Antal i hver Celle fra 1 til 6, men dog i Reglen kun 1—2. De var her ikke lige store, men større jo færre i Antal, og hos nogle Bakterier (t. Eks. *Bacillus pituitans*) kommer det aldrig til Korndannelse (Migula). Saadanne Bakteriers Protoplasma er altsaa, saa vidt vi kan se, stedse ganske ensartet. Paa Grund af Kornenes store Evne til at optage Farvestoffer har man kaldt dem Kromatinkorn eller efter deres intensive Rødfarvning med visse Farvestoffer »røde Korn«. Disse Navne er dog misvisende og burde ikke anvendes.

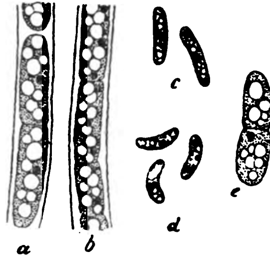


Fig. 30. a, b *Cladothrix dichotoma* Cohn, *Grenhaar*, c *Bacillus typhi* Gaffky, *Tyfus*, d *Microspira Comma* (R. Koch), *Kolera*, e *Bacterium Anthracis* (Davaine, R. Koch, Cohn). *Miltbrand*.
Cellerne er fikserede med Jodalkohol og derefter farvede, hvorved Indholdets Struktur træder frem. Protoplasmaet er punkteret, Vakuolerne hvide og de »røde Korn« sorte. $^{2250}/_{1}$. (Efter Alfr. Fischer).

Om Kornenes kemiske Bestanddele vides intet; almindeligvis mener man, at de i deres Sammensætning staar højere Plantecellers Kromatin nær og har derfor sammenlignet dem med disses Kerner. Denne Antagelses Rigtighed er dog ikke bevist, og nogle anser dem tværtimod for blot at bestaa af Stoffer, der er aflejrede som Reservenæring[1] (Alfr. Fischer).

Foruden de omtalte findes der hos nogle Bakterier Korn af en anden og sikkert erkendt Natur, nemlig hos de mange forskelligartede Bakterier, der af fysiologiske Grunde, som først senere kan omtales, sammenfattes under Navn af Svovlbakterier. Hos disse optræder i Protoplasmaet ejendommelige skarpt konturerede og stærkt lysbrydende Korn, der bestaar af Svovl (Cohn). Dette Svovl er i de levende Celler til Stede i en ejendommelig olieagtig Modifikation, og dets Nærværelse staar i nær Forbindelse med Bakteriernes Livsvirksomhed. Naar man dræber Cellerne og derpaa anbringer dem i destilleret Vand, udkrystalliserer Svovlet lang-

[1] Denne Forklaring støttes af den Iagttagelse, at de ikke dannes ved Deling af andre Korn, men fremgaar af Protoplasmaet, formodentlig ved allerede tilstedeværende, usynligt smaa Korns Vækst (Migula).

somt i de sædvanlige rhombiske Tavler (Winogradsky), og desuden har kemiske Analyser tilfulde godtgjort Kornenes Svovlnatur (Fig. 31—33).

Endelig bør kortelig omtales nogle Dannelser af plasma-

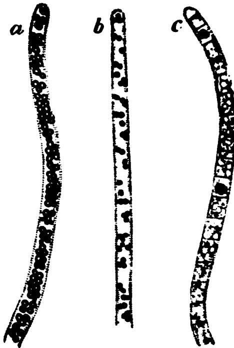


Fig. 31. *Beggiatoa alba* (Vaucher) Trevisan, en farveløs *Svovlbakterie*.
I *a* og tildels i *b* indeholder Cellerne Svovlkorn; i *c* er disse forsvundne, og Traadens Leddeling i Celler træder tydeligt frem. $^{900}/_{1}$. (Efter Winogradsky).

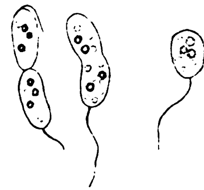


Fig. 32. *Pseudomonas Okenii* (Cohn), (Monas Okenii, Chromatium Okenii), en *Purpursvovlbakterie*.
Celler med Svovlkorn. Individet til venstre har just delt sig. $^{660}/_{1}$. (Efter Warming).

tisk Natur, som findes hos flere Bakterier (t. Eks. *Tyfus* og *Kolera)*, nemlig de saakaldte »Polkorn«. De træder frem



Fig. 33. *Spirillum Rosenbergii* Warming, en *Svovlbakterie*.
Celler med Svovlkorn. $^{660}/_{1}$. (Efter Warming).

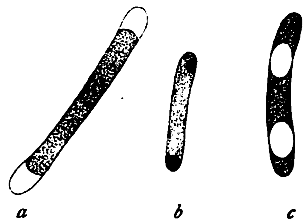


Fig. 34. *Bacillus typhi* Gaffky, *Tyfus*. Celler med sporelignende Dannelser; i *a* og *c* er de formodede Sporer Hulrum i Protoplasmaet, i *b* endestillede, stærkt farvede Plasmaklumper (Polkorn). Meget stærkt forstørret. (Efter Buchner).

efter Farvninger, og deres Tilsynekomst betinges, ved at enkelte Dele af Celleindholdet, særlig Enderne, farves stærkt

i Modsætning til de mellemliggende Partier. I de fleste Tilfælde beror dette paa en rigelig Vakuoledannelse i ældre Celler; herved maa Plasmaet naturligvis reduceres betydeligt, hos nogle endog ofte til en Klump i hver af Cellens Ender. Da nu alene disse resterende Protoplasmaklumper senere lader sig godt farve, vil det let forstaas, hvorledes Polkorndannelsen kommer i Stand.

I andre Tilfælde maa Polkornene opfattes som plasmolytiske Fænomener, idet man ved den sædvanlige Præparation med Indtørring af Bakterierne paa Dækglas (Dækglaspræparater) let fremkalder Plasmolyse i Cellerne. Under denne trækker Plasmaet sig sammen i flere eller færre Klumper med forskellig Beliggenhed (Præparationsplasmolyse), og naar disse saa farves fremfor den øvrige Del af Celleindholdet, fremkommer Polkornene (Alfr. Fischer) (se Fig. 22).

Polkornenes Plads er i Reglen i Celleenderne, hvad Navnet jo ogsaa antyder. Dette kommer af, at Vakuoledannelsen jo som oftest udgaar fra Cellens Midte. I øvrigt kan Polkorndannelser ogsaa have anden Beliggenhed, og Navnet er jo for saa vidt uheldigt.

Polkornene synes i deres Optræden at være afhængige af ydre Forhold, saaledes af Ernæringen. Dette er ogsaa forstaaeligt, da Cellerne under ugunstige Ernæringskaar afmagres stærkt, hvad der betinger en rigelig Vakuoledannelse.

En saadan Forklaring synes dog ikke at være almengyldig, eftersom Polkorndannelser hos nogle Bakterier optræder med ret stor Regelmæssighed og Konstans. Enkelte Bakterier kan man saaledes ligefrem kende paa deres Polkorn fra andre lignende Arter.

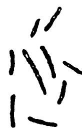


Fig. 35. *Bacterium tuberculosis* (R. Koch). *Tuberkulose.* Celler med ægformede lysbrydende (sporelignende) Vakuoler. (Efter Straus).

Man har oftere misforstaaet Polkornenes Natur og antaget dem for Dannelser af anden og forskellig Art som t. Eks. Sporer eller Cellekerner. Flere Angivelser om Fund af Kerner i Bakterieceller maa saaledes refereres til Polkorndannelser ligesom formentlige Iagttagelser af Sporer hos visse vigtige patogene Bakterier (t. Eks. *Tyfus*

og *Tuberkulose)*. I alt Fald er for Tyfusbacillens Vedkommende Urigtigheden af den nævnte Iagttagelse sikkert erkendt og Fænomenet henført til sin rette Aarsag (Buchner).



Fig. 36. *Bacterium diphtheriae* (Löffler), *Difteri*.
Celler fra Overfladekultur paa Serum, farvede i vandig Fuchsinopløsning efter Salomonsens Metode. I nogle af Cellerne træder Bæltedannelserne tydeligt frem. (Efter Johs. Fibiger).

Endnu kan i denne Sammenhæng nævnes de saakaldte Bæltedannelser hos Difteribakterien, der gør denne Art saa karakteristisk og forholdsvis let kendelig. Aarsagen til deres Fremkomst vides ikke med Sikkerhed, men rimeligvis turde de dog forklares paa lignende Vis som Polkornene (Fig. 36).

Vi har nu gennemgaaet Hovedindholdet af det, man med Sikkerhed ved om Bakteriecellens indre Bygning. Dette er kun forholdsvis lidet. Men af de faa nærværende Fakta har man konstrueret en stor Mængde Tydninger af Celleindholdets Natur.

Her kan kun kort omtales nogle af dem, som har faaet størst Betydning, og disse kan samles under tre Hovedanskuelser:

1. Bütschlis Tydning er følgende: Hele Bakteriecellen maa opfattes som en af en Væg omgivet Cellekerne; denne kalder han her Centrallegemet. Protoplasma findes i det hele taget kun hos større Bakterier (se Fig. 37), hvor det i Reglen er indskrænket til smaa Rester ved Cellernes Poler. Hos de smaa Bakterier mangler det ganske, og hele Celleindholdet udgøres af Centrallegemet, der maa anses for en Slags primitiv Cellekerne. Baade Centrallegeme og Protoplasma har en kamret Bygning.

Man vil forstaa, at denne Opfattelse er af en vis principiel Betydning, naar den udtaler, at Bakteriernes og dermed de lavest-staaende Organismers Legemer saa godt som udelukkende bestaar af Kernesubstans. Er dette rigtigt, peger det jo stærkt hen paa, at Kernen er det primære og Protoplasmaet noget sekundært, som er tilkommet senere i Organismernes Udviklingsgang. Men saaledes var Forholdet dog ikke at vente efter det, man havde fundet hos andre af de lavest staaende Væsener, og den Bütschliske Opfattelse fik ogsaa straks Modstandere,

som tillige ad Experimentets Vej søgte at godtgøre dens Urigtighed. Den er væsentlig begrundet paa det Forhold, at Bakteriecellen lader sig farve af de saakaldte Kernefarvestoffer, Farvestofopløsninger, som anvendes til Kernefarvninger, fordi de i særlig høj Grad optages og aflejres i Kernerne, medens Plasmaet kun farves forholdsvis svagt. Saaledes er der i denne Henseende en vis Lighed mellem Bakteriernes Celleindhold og de højere Væseners Cellekerner. Men ifølge Forsøg, anstillede i nyeste Tid af Alfr. Fischer, er en saadan Lighed paa ingen Maade tilstrækkelig til at begrunde Rigtigheden af Bütschlis Opfattelse. Fischer har nemlig ved sine Forsøg, som her ikke nærmere skal beskrives[1], gjort det højst usandsynligt, at man af Identitet mellem Bakteriecellerne og de højere Planters Kerner med Hensyn til deres Farvningsforhold ogsaa kan slutte Identitet i andre Henseender. Men er dette rigtigt, falder hermed den vigtigste Støtte for Rigtigheden af Bütschlis Tydning, som ogsaa flere andre Forhold taler stærkt imod, blandt andet, at det Bütschliske »Centrallegeme« ingensinde er skarpt afgrænset mod de Protoplasmarester, som han angiver findes i enkelte Tilfælde. Desuden er det jo faktisk, at Celleindholdet indeslutter Vakuoler, og at det lader sig kraftigt plasmolysere, men slige Forhold kendes ikke hos nogen virkelig Cellekerne.

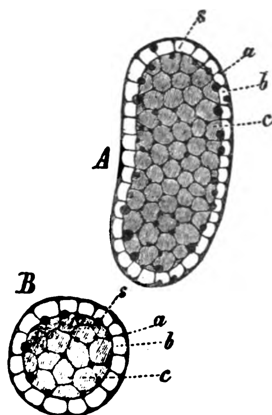


Fig. 37. *Pseudomonas Okenii* (Cohn) (Monas Okenii, Chromatium Okenii), en *Purpursvovlbakterie*.
Skematisk Længde (*A*) og Tværsnit (*B*) af med Hæmatoxylin farvede Celler. Viser Bütschlis Opfattelse af Bakteriecellens Bygning. *c* er »Centrallegemet« (skraveret), *b* det vægstillede Protoplasma (hvidt), bægge med kamret Bygning; *s* er de »røde Korn« (sorte) og *a* Cellevæggen. 2000—2500/1. (Efter Bütschli).

2. En anden Opfattelse, som i nyere Tid jævnlig er kommen til Orde (Zukal, Arth. Meyer o. fl. a.), er den, at Bakterierne vel indeholder Kerner, men at disse langtfra udfylder hele Cellerummet, men tværtimod er meget smaa og ligger i et rigeligt Plasma. Det er nemlig de tidligere omtalte »røde Korn« eller Kromatinkorn, som her tilskrives Karakter af Cellekerner, medens den øvrige Del af Celleindholdet opfattes som Protoplasma. Som før nævnt farves Kornene stærkere end den omgivende Masse, og naar der kun er ganske faa i hver Celle, kan

[1] Se herom *Alfr. Fischer: Untersuchungen über den Bau der Cyanophyceen und Bacterien, 1897.*

man faa Præparater frem, som skuffende gengiver Billedet af en Celle med sit Protoplasma og sin eller sine Kerner (se Fig. 30). Men da Farvninger som nævnt ikke med Sikkerhed kan afgøre slige Dannelsers Kernenatur, maa ogsaa andre af de Egenskaber, som er særegne for Cellekerner, være til Stede hos de »røde Korn«, før disse med Rette kan identificeres med Kerner. Imidlerlid er dette aldeles ikke Tilfældet. Saaledes er deres Antal vekslende, undertiden stort, undertiden kun lille, ja hos nogle lader de sig aldeles ikke paavise (Migula). De staar ikke i Relation til Celledelingerne og deler sig selv ikke. I unge Celler, dannede ved Sporernes Spiring, findes de overhovedet ikke, men opstaar som tidligere omtalt først efterhaanden og er i rigeligst Antal til Stede i noget ældre Celler (Migula, Alfr. Fischer). Alt dette viser hen til, at de »røde Korn« næppe kan opfattes som Cellekerner, i alt Fald paa ingen Maade som Kerner i samme Forstand som hos højere Organismer.

3. Endelig staar tilbage at omtale den Tydning af Bakteriernes Celler, som Alfr. Fischer er Talsmand for. Den er af den utvivlsomme Fordel fremfor de andre, at den holder sig til det bestemt konstaterede uden at tage Hypoteser til Hjælp. Fischers Opfattelse er i Korthed følgende: Bakteriecellens Indhold er differentieret i et vægstillet Protoplasmalag og en Centralvakuole, som undertiden, naar Cellen er langstrakt, kan være afdelt i mindre Rum af Protoplasmastrænge. En Cellekerne kan ikke paavises med de nuværende Metoder. De Korn i Cellerne, som farves stærkere end det øvrige Indhold, er hverken Kerner eller Kernelegemer, men Sandsynligheden taler for, at de bestaar af Stoffer, der er aflejrede i Cellerne som Reservenæring.

Denne Fremstilling er sikkert den mest nøgterne, men i øvrigt kan disse Spørgsmaal, hvori Anskuelserne stadig bølger frem og tilbage, endnu langtfra betragtes som afgjorte.

Celleindholdets kemiske Beskaffenhed kendes gennem flere derover anstillede kvantitative Analyser. Disse har vist, at det foruden en rigelig Mængde Vand især er Æggehvidestoffer, som udgør Hovedbestanddelen af Bakteriernes Celleindhold. En Analyse af Renkulturer af *Vidunderbakterien (Bacillus prodigiosus)*, udført af Kappes, viser følgende:

Æterekstraktivstoffer (Fedt etc.)	4.8 %
Æggehvide	71.2 »
Aske	13.5 »
Ikke bestemte Stoffer	10.5 »

De Æggehvidestoffer, som indeholdes i Bakterieprotoplasmaet, synes ikke at være identiske med det sædvanlige Æggehvide eller Proteïn men at afvige i flere Forhold, saaledes i, at Kvælstofprocenten kun er 14.75 (Proteïn har 16 %). Af denne Grund har man givet dem Navnet Mykoproteïn (Nencki og Schaffer).

Hos visse anaërobe[1] Bakterier, bl. a. de sædvanlige *Smørsyrebakterier (Bacillus amylobacter)*, optræder der kort før Sporedannelsen et Stof, som farves stærkt blaat af Jod (van Tieghem). Dette viser hen til, at Protoplasmaet da indeholder et stivelselignende Kulhydrat.

Cellesaftens kemiske Sammensætning er ukendt ligesom de »røde Korns«. Det er tidligere nævnt, at Kornene hos Svovlbakterierne bestaar af Svovl.

3. Svingtraadene (Cilierne) samt Bakteriernes Bevægelse.

A. Svingtraadene (Cilierne).

Svingtraadene eller Cilierne er Bakteriernes særlige Bevægelsesorganer. De kan saa godt som aldrig ses i ufarvet Tilstand, men ikke engang de ellers anvendte Farvninger faar dem til at træde frem. Dertil hører forudgaaende Bejtsninger af Cellerne med visse Stoffer (Tannin-Jærnopløsning), som har den Egenskab at gøre ogsaa Cilierne modtagelige for Farvestoffer[2]. Anvendelsen af Bejtser ved Ciliefarvningen skyldes Löffler (1889), og det er derfor først i de sidste Aar, at man har lært Bakteriernes Cilier noget nærmere at kende. Endnu hører Ciliefarvningerne til de vanskelige Dele af den bakteriologiske Teknik, og dette skyldes især Ciliernes store Ømtaalelighed for ydre Indvirkninger under den ret omstændelige Farvningsproces (se p. 35). Kun i sjældne Tilfælde lader Cilierne sig farve paa simplere Maade. Saaledes har man undertiden ved at anvende ganske svage, vandige Farveopløsninger (t. Eks. af Fuchsin) kunnet opnaa den dobbelte Fordel, at Cilierne farves samtidig, med at

[1] Se herom senere den fysiologiske Del.

[2] Se herom nærmere *Salomonsen: Bakteriologisk Teknik*, 3. Udg. 1894, p. 198—99.

de levende Bakterier fortsætter deres Bevægelse i farvet Tilstand (Salomonsen).

Naar Cilierne er farvede, viser de sig som lange, fine, overalt ens tynde Traade, der udgaar fra Cellernes Omkreds. Efter den Maade, hvorpaa de er tilhæftede til Bakterie-

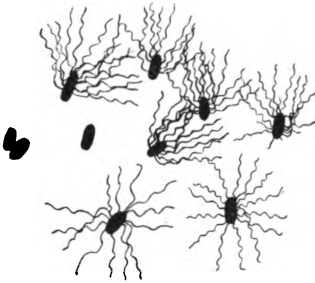


Fig. 38. *Bacillus typhi* Gaffky, *Tyfus*. **Peritrich** Bakterie. Cilierne er fordelte over hele Bakterielegemet (diffuse Cilier). 1000/1. (Efter Migula).

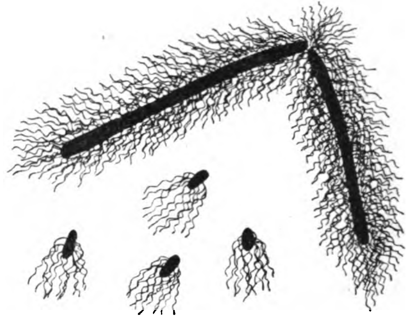


Fig. 39. *Bacillus vulgaris* (Hauser), *Proteus*. **Peritrich** Bakterie med særlig mange Cilier. 1000/1. (Efter Migula).

legemet, adskiller man to Typer af Cilier: polare og diffuse. De første udspringer fra et enkelt Punkt af Væggen, medens de sidste er spredte over hele Cellens Overflade uden Orden.

For i Korthed at kunne betegne en Bakteries Cilieforhold har man indført følgende Navne. Cilieløse eller nøgne Bakterier kaldes gymnotriche, medens Former med diffuse Cilier kaldes peritriche. Blandt de Bakterier, hvis Cilier er polare, maa man skelne mellem monotriche og lophotriche Arter. De første har kun een endestillet Cilie, de sidste en endestillet Ciliebusk.

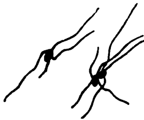


Fig. 40. *Bacillus prodigiosus* (Ehrenberg), *Vidunderbakterien*. **Peritrich** Bakterie med meget faa (diffuse) Cilier. 1000/1. (Efter Lehmann og Neumann).

Man anvender ogsaa undertiden Navnet amphitrich til Betegnelse af Bakterier med polare Cilier i bægge Cellens Ender. I Reglen er »amphitriche« Bakterier dog kun sædvanlige mono- eller lophotriche paa et Tidspunkt kort forud for Cellernes Deling.

Disse danner da nemlig Cilier ogsaa i deres anden Ende, men saa snart Delingen er fuldbyrdet, er Cilierne som sædvanligt indskrænkede til den ene Pol, og Navnet amphitrich er for saa vidt overflødigt.

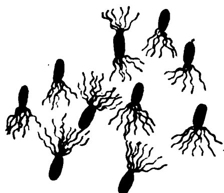


Fig. 41. *Pseudomonas syncyanea* (Ehrenberg), »*Blaa Mælk*«. **Lophotrich** Stavbakterie. Et enkelt Individ, som er lige ved at dele sig, har Cilier i bægge Poler (amphitrich). $^{1000}/_{1}$. (Efter Migula).



Fig. 42. *Microspira Comma* (R. Koch), *Asiat. Kolera*. **Monotrich** Skruebakterie. $^{1000}/_{1}$. (Efter Migula).

Polare Cilier er saa godt som stedse endestillede. Kun hos de sværmende Formeringsceller af visse Traadbak-



Fig. 43. *Pseudomonas pyocyanea* (Gessard). »*Grønt Pus*«. **Monotrich** Stavbakterie. $^{1000}/_{1}$. (Efter Migula).



Fig. 44. *Pseudomonas macroselmis* Migula. **Monotrich** Bakterie med meget lange, bølgeformede Cilier. $^{1000}/_{1}$. (Efter Migula).

terier *(Cladothrix dichotoma)* er Ciliebusken sidestillet og udgaar fra Cellens Længdeside kort neden for Spidsen (laterale Cilier).

Den beskrevne Anordning af Cilierne synes gennemgaaende

at være konstant for hver enkelt Art. Saaledes vil de samme Bakterier næppe optræde saa vel med diffuse som med alene polare Cilier. Derimod har de saakaldte monotriche Bakterier undertiden mere end een Cilie, men dog stedse kun ganske faa (højst 2—3) i Modsætning til de lophotriche, hvor Antallet i Reglen er stort. Hos peritriche Bakterier er Cilieantallet stort men meget vekslende; særlig mange Cilier har t. Eks. *Bacillus vulgaris* (Proteus vulgaris).

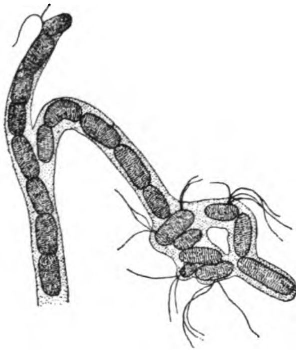


Fig. 45. *Cladothrix dichotoma* Cohn, *Grenhaar*. Øverste Del af en grenet Traad, der danner Sværmeceller (Gonidier). Disse har **laterale** Cilier. 1000/1. (Efter Alfr. Fischer).

Selve Cilierne er altid meget tynde (i det højeste 0.05 μ). Deres Længde er forskellig men dog nogenlunde konstant og ens hos hver Art. Ældre Celler synes i øvrigt at have længere Cilier end ganske unge[1]. Hos nogle Bakterier er Cilierne kun lige saa lange eller endog kortere end selve Cellen, medens de hos andre er mange Gange længere (t. Eks. *Pseudomonas macroselmis*, *Pseudomonas* (Nitrosomonas) *javanensis)*.

Man kender baade Bakterier af Kugle-, Stav- og Skrueform med Cilier.

Hos Kuglebakterierne er de dog forholdsvis sjældne, medens en meget stor Del af Stavbakterierne og saa godt som alle Skruebakterier har Cilier.

Cilierne er kun sjældent rette men paa forskellig Vis b ø j e d e eller k r u m m e d e. Man kan i denne Henseende adskille to Hovedformer, de b u e f o r m e d e og de b ø l g e f o r m e d e. De første, som findes hos lophotriche Skruebakterier, er kun svagt krummede (Dele af Cirkelbuer med stor Radius), medens de sidste ofte gennem hele deres Længde er tæt bølgede.

[1] Dette viser det urigtige i en tidligere Antagelse (Zopf), at Cilierne opstaar p l u d s e l i g ved at bryde frem i hele deres Længde.

Disse to Typer genfindes ret konstant hos de forskellige Arter og staar vel ogsaa i Forbindelse med vedkommende Bakteriers Bevægelsesmaade.

Cilierne synes stedse at være enkelte (ugrenede) og har gennem hele deres Længde den samme ringe Tykkelse. Undertiden kan det paa Præparater af lophotriche Bakterier se ud, som om der kun var een forgrenet Cilie, men dette kommer af, at Cilierne klæber sammen ved deres Basis og først henimod Enderne er adskilte. Paa lignende Maade maa ogsaa de saakaldte Ciliepiske forklares, som man faar at se hos visse Bakterier, der er farvede efter Ciliefarvningsmetoderne (særlig tydeligt hos de store *Vandspiriller*, Fig. 48, og hos Raslesygens Bakterie, *Bacillus Chauveaui*). De fremkommer, ved at en stor Mængde Cilier, som kan stamme baade fra vedkommende Individ selv og fra andre, af hvilke de er løsrevne under Præparationen, slynger sig tæt om hverandre og klæber sammen til Strænge, der saaledes efterhaanden kan opnaa en forholdsvis betydelig Tykkelse.

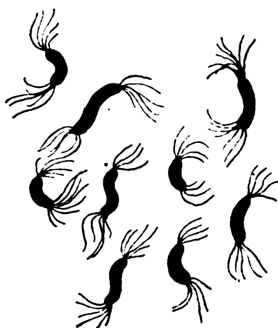


Fig. 46. *Spirillum rubrum* Esmarch.
Lophotrich Skruebakterie med bueformede Cilier. $^{1000}/_{1}$. (Efter Migula).



Fig. 47. *Pseudomonas javanensis* (Winogradsky), en *Salpeterbakterie*.
Monotrich Bakterie med meget lange, bølgeformede Cilier. $^{1000}/_{1}$. (Efter Winogradsky).

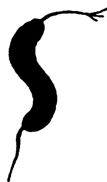


Fig. 48. *Spirillum undula* (O. Fr. Müller) Ehrenberg.
Individ med Ciliepiske. I den ene Ende klæber Cilierne fuldstændigt sammen, i den anden er de yderste Dele frie. $^{1000}/_{1}$. (Efter Migula).

Det har været meget omstridt, i hvilket Forhold Cilierne staar saa vel til Bakteriernes Bevægelse som til den øvrige Del af deres Celler. Saa meget er imidlertid sikkert, at de har direkte Betydning for Bevægelsen og altsaa ikke er saadanne passive Ved-

hæng, som kun skulde tjene til Styreredskaber under denne Bevægelse.

Det er især med Hensyn til Opfattelsen af Ciliernes Natur, at modstridende Anskuelser har gjort sig gældende, og det virkelige Forhold kan endnu ikke betragtes som ganske fastslaaet. Man har anset dem for at være passive Vedhæng, udelukkende dannede af den Substans, hvoraf baade Bakteriernes og de højere Planters Cellevægge antoges at bestaa, nemlig Cellulose. De kunde da i det højeste gøre Nytte som Styreredskaber for Cellerne under Bevægelsen uden at tage aktiv Del i denne. Rigtigheden af denne Antagelse kunde synes velbegrundet, saa længe man mente, at Bakteriernes Cellevægge lige som de højere Planters bestod af Cellulose.

Andre betragtede derimod Cilierne som homologe med de saakaldte Pseudopodier, der findes hos forskellige encellede Organismer. Pseudopodierne er kun de Forlængelser af ren plasmatisk Natur, som Cellernes Indhold formaar skiftevis at skyde frem og trække tilbage, hvorved der sættes en langsom Bevægelse i Gang.

Men ingen af disse to diametrale Opfattelser af Ciliernes Natur har vist sig at kunne holde Stik. Sandheden maa formodentlig søges midt imellem, hvad der fremgaar af plasmolytiske Undersøgelser af bevægelige Bakterier (Alfr. Fischer). Plasmolyserer man nemlig saadanne Bakterier under Bevægelsen, trækkes Cilierne ikke ind. Dette viser utvivlsomt, at de ikke er Pseudopodier, for i saa Fald maatte de følge den øvrige Del af Protoplasmaet, naar dette under Plasmolysen kontraheres mod Cellens indre. Tværtimod beholder de selv i stærkt plasmolyserede Celler stadig deres Form og Plads. Den samme Iagttagelse viser tillige, at Cilierne ikke er rent passive Vedhæng til Cellerne, hvis Bevægelse da maatte foregaa ved selve Plasmaets aktive Virksomhed (aktive Sammentrækninger og Udvidelser). Dette fremgaar deraf, at Bakteriernes Bevægelser fortsættes, efter at Protoplasmaet under Indvirkning af Saltopløsningen har trukket sig tilbage fra Cellevæggen. Endvidere vides det, at stedse ubevægelige Bakterier altid er cilieløse, medens man hos de bevægelige i alt Fald paa et eller andet Tidspunkt af deres Liv kan paavise Cilier. De nævnte Forhold synes at gøre det utvivlsomt, at Cilierne har direkte Betydning for Bevægelsen, hvorimod, som omtalt, deres Forhold til de øvrige Dele af Cellen endnu ikke er ganske opklaret. Dog synes man at komme Virkeligheden nærmest ved at anse dem for Dannelser udgaaende fra Væggen (eller eventuelt Kapslen), men af ret selvstændig Natur. Desuden maa det jo erindres, at Bakteriernes Celle-

vægge i Modsætning til de højere Planters oftest bestaar af Æggehvidestoffer ligesom Protoplasmaet. Men om Ciliernes Bevægelse reguleres direkte fra Plasmaet (muligvis gennem Huller i Cellevæggen) eller fra den æggehvideholdige Vægsubstans, kan endnu ikke afgøres.

B. Bakteriernes Bevægelse.

De nærmere Omstændigheder ved den Maade, hvorpaa Cilierne bevirker Bakteriernes Bevægelse, er kun iagttagne i ganske enkelte Tilfælde hos store Bakterier. Men det synes at maatte betragtes som almengyldigt, at Bevægelserne er Svømmebevægelser, der kommer i Stand, ved at Cilierne udfører visse Svingninger, som forplantes til Bakterielegemet og derved bevirker, at dette drives frem. Om Svingningerne er Skruebevægelser, Bølgebevægelser eller simple Pendulsvingninger, kan i Reglen ikke afgøres, men her hersker sandsynligvis Forskelligheder efter Ciliernes nærmere Bygning (Krumning, Længde, Stivhed o. s. v.). Derimod kendes tildels Resultatet af disse Ciliesvingninger, nemlig den Bevægelse, de giver Bakteriecellerne.

Betragter man under Mikroskopet t. Eks. en Draabe Sumpvand, hvori der jo stedse findes forskelligartede Bakterier i største Mængde, vil man se, at alle disse, selv de cilieløse (gymnotriche), udfører Bevægelser. Men Maaden, paa hvilken de bevæger sig, er meget forskellig. De gymnotriche Bakterier er i en stadig dansende eller dirrende Bevægelse paa Stedet. Denne, den saakaldte Brownske Molekularbevægelse, har imidlertid intet med Bakteriernes Livsytringer at gøre, men udføres lige saa godt af alle de livløse Smaadele, som findes opslemmede i Vanddraaben. Den skyldes de stedse uundgaaelige Rystelser af Præparatet, og man vil snart lære at skelne den fra de virkelige aktive Bevægelser, som altid medfører vedkommende Bakteries Flytning i en bestemt Retning hen over Synsfeltet.

Ogsaa de aktive eller vitale Bevægelsers Forløb er forskelligt. Medens nogle Bakterier pilsnart farer afsted gennem Synsfeltet og derpaa standser med et Ryk for et Øjeblik senere at skyde tilbage i samme Fart, er der andre, hvis Bevægelser tværtimod er ganske træge og langsomme. Nogle

vakler saaledes sitrende fremad, og de forskelligste Kurver kan beskrives, hvad der delvis staar i Forbindelse med Bakteriernes Form. Bevægelsens Hastighed er i et enkelt Tilfælde beregnet til $^1/_9$, hvad der vil sige, at Cellen i 1 Sekund bevæger sig en Vejlængde af $^1/_9$ mm (Alfr. Fischer). Tager man Bakteriernes ringe Størrelse i Betragtning, er denne Hastighed ret betydelig.

Med den fremadskridende Bevægelse er forbundet en Rotation om Længdeaksen. Denne kan tydeligt iagttages paa store Bakterier, som indeholder Korn (t. Eks. de bevægelige Svovlbakterier). Fæster man nemlig Opmærksomheden paa et enkelt Korn, vil man kunne se, hvorledes det paa Grund af Cellens roterende Bevægelse beskriver en Cirkelbue. De rette stavformede Bakterier kan med samme Lethed dreje sig skiftevis til bægge Sider. Derimod er skrueformede Bakteriers Rotation indskrænket til een Side, og denne bestemmes af Snoningernes Retning. Naar saadanne Bakterier derfor efter en Stund at have bevæget sig fremad, standser for at gaa tilbage ad den samme Bane, kan de ikke ligesom de ikke snoede vedblive at dreje sig til samme absolute Side som før (Warming).

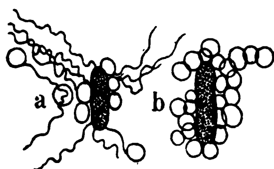


Fig. 49. *Bacillus subtilis* (Ehrenberg, Cohn, *Høbacillen*. Ved Indtørring af Cellerne før Farvningen har Cilierne rullet sig ringformet ind, i *a* delvis, i *b* fuldstændigt. $^{2250}/_1$. (Efter Alfr. Fischer).

Endnu en tredje Art Bevægelser kan fremkaldes af Cilierne, nemlig de saakaldte Pendulbevægelser. De bestaar i, at Cellens Poler med Cellemidtpunktet som Centrum beskriver Skruelinier under den fremadskridende Bevægelse. (Hvis Cellen laa stille, vilde der af Polerne beskrives Cirkelbuer). Derfor falder Cellernes Længdeakse ikke sammen med den beskrevne Banes Retning, kun deres Midtpunkt bevæger sig i denne, medens de to Cellehalvdele beskriver Keglefladér.

Af det anførte fremgaar det saaledes, at de af Cilierne foraarsagede Svømmebevægelser kan være Resultatet af tre forskellige kombinerede Bevægelser, nemlig fremadskri-

dende Bevægelser, Rotationer om Længdeaksen og Pendulbevægelser.

Som allerede tidligere nævnt er Cilierne (og dermed Bevægelsesevnen) meget ømtaalelige for ydre Paavirkninger. Sker der saaledes i den Vædske, hvori Bakterierne befinder sig, en pludselig Koncentrationsændring, indvirker dette i høj Grad paa Cilierne, som ruller sig sammen til ringformede Dannelser (Fig. 49) eller kastes helt af[1], hvorved Bevægelsen naturligvis ophører. Dette sidste kan ogsaa ske, ved at Cilierne af forskellige Aarsager bliver stive (Alfr. Fischer). Plasmolyseres saaledes bevægelige Bakterier i en Saltopløsning, som er stærkere end nødvendig for at fremkalde Plasmolyse, standser Bevægelsen, fordi Cilierne bliver stive, rimeligvis ifølge Tab af Vand, da den begynder igen, naar Opløsningen fortyndes (Tørhedsstivhed). Ciliestivhed og dermed følgende Ophør af Bevægelsen kan ogsaa fremkaldes ved Iltmangel eller ved utilstrækkelig Næringsopløsning (Hungerstivhed) samt paa Grund af visse skadelige Stoffers Tilstedeværelse (Giftstivhed).

Ganske forskellige fra de tidligere omtalte Bevægelser, som betinges af Ciliers Tilstedeværelse, er de ejendommelige oscillerende Bevægelser hos visse traadformede og cilieløse Bakterier af Slægten *Beggiatoa*. De ligner ganske Bevægelserne hos de blaagrønne Parallelformer af Slægten Oscillatoria, og deres egentlige Natur er i Hovedsagen fuldstændig uforstaaet. Som hos Oscillatoria bestaar de i, at Traadene langsomt glider henad Underlaget samtidigt med, at de under Akseomdrejning udfører ejendommelige kredsende Pendulbevægelser. For at Bevægelsen skal kunne gaa for sig, maa Traadene have et eller andet fast Støttepunkt, og heri afviger disse Bevægelser jo ganske fra Svømmebevægelserne[2].

Beggiatoa-Traadene er desuden i Besiddelse af en vis Bøjelighed eller Fleksibilitet, større eller mindre efter de forskellige Arter. Denne er imidlertid langt stærkere udtalt hos de ogsaa cilieløse Bakterier af Slægten *Spirochaete*.

[1] Derfor kan man i Ciliefarvningspræparater ofte finde afkastede Cilier spredte mellem Cellerne.

[2] Højst ejendommelige og afvigende er de stærke peristaltiske Bevægelser hos den kæmpemæssige (20—40 μ tykke) *Beggiatoa mirabilis*.

Samtidig med at disse udfører lignende Bevægelser som Beggiatoa, krummer og vrider deres skruesnoede Traade sig paa den besynderligste Maade og frembyder derved et meget fængslende Skue blandt de bevægelige Bakteriers store Skare.

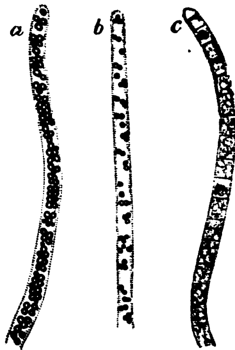


Fig. 50. *Beggiatoa alba* (Vaucher) Trevisan. 900/1. (Efter Winogradsky).

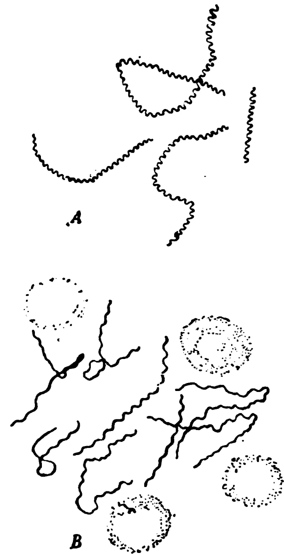


Fig. 51. A *Spirochaete plicatilis* Ehrenberg; B *Spirochaete Obermeieri* Cohn. 1000/1. (Efter Migula).

De her sidst omtalte Bevægelsesmaader er, som nævnt, meget afvigende fra Svømmebevægelserne, og deres egentlige Natur er ganske uforstaaet. De synes dog næppe at kunne komme i Stand uden ved Hjælp af Protoplasmaets aktive Virksomhed i Forbindelse med Cellernes bløde og eftergivende Membraner.

4. Farvestofferne.

Største Delen af Bakterierne er farveløse. Naar mange Bakterieindivider vokser tæt sammenhobede (i saakaldte Kolonier), hvad der ofte er Tilfældet, faar disse Hobe derfor blot et hvidligt eller i det højeste gulligt Skær. Der eksisterer dog et ret stort Antal Bakterier, som danner Farvestoffer, og som derfor er blevet kaldt Farvebakterier

(Pigmentbakterier, kromogene Bakterier). De fleste af Spektrets Farver i mange forskellige Nuancer er repræsenterede blandt Bakteriefarvestofferne. Saaledes findes der baade røde, blaa, indigo, violette, gule, brune og grønne Bakteriefarver.

Efter Farvestoffets Forhold til Cellen skilles Pigmentbakterierne naturligt og skarpt i to Hovedgrupper, som man har kaldt de *kromopare* og de *kromofore* Bakterier (Beyerinck)[1]. Kun hos de sidste er Farverne virkelig bundne til Cellen og indeholdte i Protoplasmaet; hos de kromopare Bakterier findes de derimod udskilte mellem Cellerne i Form af smaa Korn eller Gryn, som herved giver Kolonierne den for Arten karakteristiske Farve, medens de enkelte Celler under Mikroskopet viser sig at være farveløse. Af denne Grund hører kun Behandlingen af de kromofore Bakterier herhen, hvor Cellens Bestanddele omtales. De kromopare Bakterier, som udgør langt det overvejende Flertal af Pigmentbakterierne, vil derimod først finde Omtale i den fysiologiske Del, da deres Farvestoffer ikke hører Cellen til, men som andre Stofskifteprodukter er udskilte af denne og formodentlig uden direkte Betydning for dens Livsvirksomhed.

De kromofore Bakteriers Gruppe er forholdsvis fattig, og kun to Farvestoffer findes repræsenterede her: et rødt, som har faaet Navnet Bakteriopurpurin, og et blad-grønt, der antages at være identisk med de højere Planters Klorofyl eller i alt Fald at staa dette nær.

Bakteriopurpurinet optræder hos alle røde Svovlbakterier samt maaske hos enkelte svovlfrie Bakterier. Det gennemtrænger jævnt hele det plasmatiske Celleindhold (Alfr. Fischer) og er saaledes ikke, hvad nogle har ment, bundet til visse Lag af Protoplasmaet eller til særlige Farvestofbærere (Kromatoforer) i dette, som Tilfældet er hos Algerne med deres røde, grønne, brune og blaagrønne Farvestoffer. Efter den Mængde, hvori Bakteriopurpurinet er til Stede i

[1] Hertil kan endnu føjes som en mindre væsentlig Afdeling de parakromatofore Bakterier, hvis Farvestof vel er udskilt af Celleindholdet, men aflejret i Væggen *(Pseudomonas violacea)*.

Cellerne, faar disse en stærkere eller svagere Rødfarvning. Medens nogle af Svovlbakterierne saaledes er intensivt purpurfarvede, findes der andre, som kun har et ganske svagt rødligt eller violet Skær, og en Del er helt farveløse.

Bakteriopurpurinets kemiske Forhold er kun lidet kendte, og man ved saaledes ikke engang med Sikkerhed, om det er et enkelt Stof eller en Blanding af flere. I absolut Alkohol opløses det let, medens det er uopløseligt i Vand, Æter og Kloroform. Dets alkoholiske Opløsning viser et ejendommeligt Spektrum, som i visse Retninger minder om Klorofyllets,

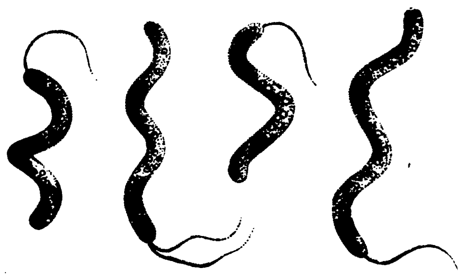


Fig. 52. *Spirillum sangvineum* (Ehrenberg) Cohn, en **Purpursvovlbakterie.** $^{660}/_{1}$. (Efter Warming).

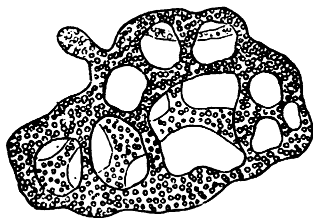


Fig. 53. *Clathrocystis roseopersicina* Cohn, en **Purpursvovlbakterie.** $^{250}/_{1}$. (Efter Zopf).

medens det i andre bestemt afviger derfra. Flere Forhold, som først senere kan omtales, gør det i høj Grad sandsynligt, at Bakteriopurpurinet spiller en lignende Rolle for disse Bakteriers Livsvirksomhed som Klorofyllet for de højere Planters.

Ogsaa grønne Bakterier er beskrevne *(Bacterium viride, chlorinum etc.)*. Det i dem indeholdte Farvestof angives at være identisk med Klorofyllet og at have samme Betydning som dette, men det kendes for øvrigt ikke nærmere, da man ikke har haft større Mængder af disse Bakterier for sig. Tilmed kan det ikke engang anses for med Sikkerhed afgjort, om disse grønne Former virkelig er Bakterier, eller om man kun har ladet sig skuffe af visse smaa, bakterielignende Grønalger (Stichococcus o. a.).

§ 4. Formeringen (Celledelingen).

Bakteriernes Formering foregaar, som tidligere nævnt, ved at Cellerne deler sig eller spaltes, hvorefter Delingsprodukterne da enten straks kan adskilles eller i kortere eller længere Tid hænge sammen. Denne Formeringsmaade har givet Anledning til Navnet Spaltningssvampe (Spaltpilzen, Schizomycetes) som en anden Benævnelse for Bakterierne (Nägeli).

Den Tid, som forløber mellem to Celledelinger, afhænger i højeste Grad af de ydre Kaar, under hvilke Bakterierne lever, men er under gunstige Forhold kun ringe, t. Eks. 1/2 Time. Man har med et ret uheldigt Navn kaldt den Generationsvarigheden.

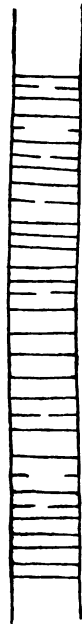


Fig. 54. **Vægdannelse** og **Celledeling** hos en blaagrøn Alge (*Oscillatoria terebriformis* Agardh). Optisk Længdesnit af en Traad, hvis Celler er i livlig Deling. Man ser de nye Vægge som Linier, der fra Cellernes Omkreds vokser ind mod Midten for til sidst at mødes og danne en fuldstændig Skillevæg. For Tydeligheds Skyld er Celleindholdet udeladt. 480/1.

Er denne ved Iagttagelse fastslaaet for en given Bakteries Vedkommende, vil man efter den Formel, vi tidligere (p. 8) har fremsat for Celledelinger i een Rumretning ($e = 2^n a$), kunne udregne det endelige Antal af de Bakterieindivider, som er dannede ved Deling i et vist Tidsrum. Antages Generationsvarigheden lig 1/2 Time, og gaar man ud fra een enkelt Bakterie, finder man saaledes, at denne efter 2 Døgns Forløb vil have avlet $e = 2^{96}$ eller ikke mindre end 281 Billioner Individer. Men saa galt gaar det heldigvis kun til efter Teorien, og i Virkeligheden vil mange forskelligartede ydre Forhold sætte Skranker for en slig kolossal Formeringshastighed.

Om de nærmere Omstændigheder ved Cellernes Deling ved man kun lidet. At Delingen indledes med Dannelsen af en Skillevæg, er be-

kendt, men hvorledes denne nærmere dannes, vides ikke med Sikkerhed. Dog tør vi efter vort Kendskab til Celledelingerne hos andre lavere Planter per analogiam antage, at den foregaar paa samme Maade hos Bakterierne, nemlig, ved at der omtrent midt paa Væggen af den Celle, som skal dele sig, opstaar en ringformet Membrandannelse, der vokser indad mod Cellens Midte, indtil den til sidst lukkes og konstituerer en fuldstændig Skillevæg mellem de nydannede Celler (Fig. 54).

Denne Formodning bekræftes af de Iagttagelser, der er gjorte med Hensyn til Protoplasmaets og Vakuolernes For-

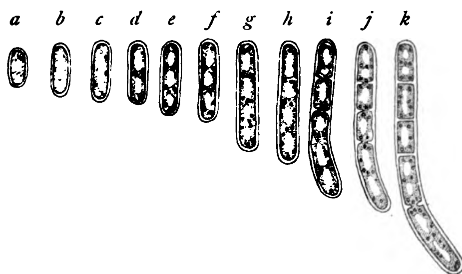


Fig. 55. *Bacillus oxalaticus* Zopf. **Vakuoledannelse** og **Celledeling.** I *d* ses, hvorledes Centralvakuolen deles i to Dele ved en Plasmaskillevæg, medens Væggen endnu er usynlig. I *i*, *j* og *k* ses Vægdannelsen. $^{1000}/_{1}$. (Efter Migula).



Fig. 56. *Cladothrix dichotoma* Cohn. Celler med Plasmaforbindelser. (Efter Arth. Meyer).

hold under Delingen. Særlig tydeligt træder disse Forhold frem hos den store *Bacillus oxalaticus*, som besidder en stor Centralvakuole. Naar denne Bakterie skal dele sig, kan man se, at der midt paa Cellens Længdevæg danner sig en ringformet Protoplasmaforhøjning, som vokser indad og derved til sidst afdeler den store Vakuole i to mindre (Fig. 55 d). I denne Plasmaring er formodentlig den nye Skillevæg indesluttet, men er i Begyndelsen endnu saa sart og fin, at den ikke kan ses. De i Plasmaet indeholdte »røde Korn« spiller, som tidligere nævnt, ingen som helst Rolle under Delingsprocessen.

Undertiden synes den ringformede Skillevægdannelse ikke at lukke sig helt sammen i Midten, saa at en fin, central Aabning bliver tilbage, hvorved de nydannede Cellers Proto-

plasma staar i Forbindelse med hinanden (Arth. Meyer, Alfr. Fischer) (Fig. 56). Dette er i alt Fald Tilfældet hos *Cladothrix dichotoma*, hvis enkelte Celler saaledes er forbundne ved fine Plasmastrænge, der gennemborer Skillevæggene (Plasmaforbindelser). Imidlertid er disse Forhold dog endnu kun lidet undersøgte, men formodentlig vil Plasmaforbindelserne vise sig at være ret udbredte hos Bakterierne.

Naar Bakteriecellerne skal til at dele sig, undergaar de sædvanlig nogle dertil svarende Forandringer i Form og Rumfang. I denne Henseende synes *Kuglebakterierne (Coccaceae)* udviklingshistorisk at være ret skarpt adskilte fra alle andre Bakterier (Migula), saafremt det vil vise sig, at de Iagttagelser, som nu allerede er gjorte paa et stort Antal ægte kugleformede Bakterier, har almindelig Gyldighed.





Fig. 58. Skema af Celledelingen hos en *Kuglebakterie* med Delinger efter een Rumretning. Cellerne spaltes uden at strække sig før Delingen. (Efter Migula).



Fig. 57. Skema af Celledelingen hos en *Stavbakterie*. Cellerne strække r sig før Delingen efter Længden. (Efter Migula).

Hos de *stav-*. *skrue*, og *traadformede* Bakterier indledes Celledelingen med, at Cellerne forlænges, strækker sig til omtrent den dobbelte Længde i en Retning, som er lodret paa den senere dannede Skillevæg, og først efter at denne Strækning har fundet Sted, opstaar Væggen mellem de nye Celler. Disse er derfor i Reglen af omtrent samme Form og Størrelse som Modercellen eller dog kun lidet kortere (Fig. 57).

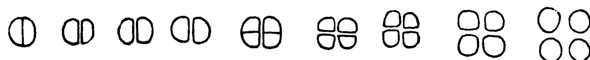


Fig. 59. Skema af Celledelingen hos en *Kuglebakterie* med Delinger efter to Rumretninger. Cellerne spaltes uden at strække sig før Delingen. (Efter Migula).

Men hos de ægte *kugleformede* Bakterier er Forholdet anderledes. Naar en Kuglebakterie skal dele sig, ændrer den ikke sin Form; det højeste, som sker, er, at den forstørres en Smule, men ligeligt i alle Retninger, saa at den bliver en større Kugle. Derpaa optræder i Kuglen en diametral Skillevæg, som spalter den i to Halvkugler, og disse skilles da for først efterhaanden at afrunde sig til Kugleform og vokse ud til den for Arten normale Størrelse (Fig. 58, 59).

Denne, som det synes, ret skarpe Modsætning mellem Kuglebakteriernes og de øvrige Bakteriers Delingsmaade kan kortelig udtrykkes saaledes: Hos Kuglebakterierne vokser de ved Delingen nydannede Celler først efter denne ud til normal Form og Størrelse, medens Cellerne hos alle øvrige Bakterier allerede før deres Deling undergaar saadanne Størrelses- og Formændringer, at de nydannede Celler straks har væsentlig samme Form og Udseende som Modercellerne.

§ 5. Sporedannelsen (Hvilesporer og Gonidier).

Under Navn af Sporer har man hos Bakterierne sammenfattet en Del Tilstandsformer af i øvrigt meget forskellig Natur, men hvis Dannelse betegner et Ophør eller dog en foreløbig Afbrydelse af den vegetative Udvikling. Efter Sporernes Dannelsesmaade og øvrige Forhold falder de naturligt og skarpt i to Grupper og kan efter deres væsentligste Egenskaber henholdsvis betegnes Hvileceller og Formeringsceller (Gonidier). Som helt forskellige Dannelser skal de her behandles hver for sig.

A. Hvilesporerne.

Hvilesporerne, Endosporerne eller blot og bart Sporerne er dem, man i Almindelighed tænker paa, naar Talen er om Sporer hos Bakterierne. Ikke alle Bakterier danner Hvilesporer, men disse kendes dog nu allerede hos et ret stort Antal Arter, saaledes hos flere af de vigtige patogene Bakterier.

I morfologisk Henseende kan Sporerne karakteriseres som tykvæggede Celler med stærkt lysbrydende

og kondenseret (vandfattigt) Indhold. De dannes ved en Art fri Celledannelse inde i de vegetative Celler (endogent) af disses Indhold, idet en større eller mindre Del af dette omgiver sig med en selvstændig Væg, Sporevæggen, hvorpaa de senere frigøres af Modercellerne, ved at disses

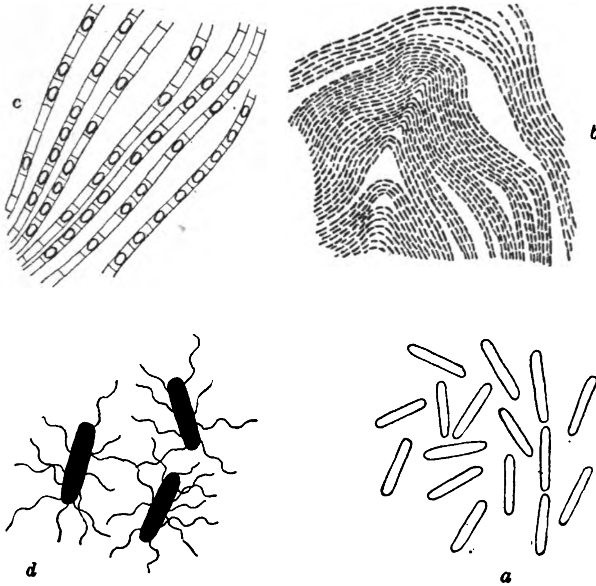


Fig. 60. *Bacillus subtilis* (Ehrenberg) Cohn, *Høbacillen*. *a* sværmende (ufarvede) Stave; *b* kædeformede Celleforbindelser (Streptobacillus); *c* sporedannende Traade; *d* sværmende Stave, farvede efter Löfflers Metode. a, c, d $^{1000}/_{1}$. b $^{100}/_{1}$. (Efter Migula).

Vægge efterhaanden opløses[1]. Under gunstige Betingelser spirer de, d. v. s. de vokser ud til lignende vegetative Celler som dem, hvoraf de blev dannede.

I biologisk Henseende er de karakteriserede ved deres større Modstandsevne mod skadelige ydre Paavirkninger end de vegetative Celler, og de maa opfattes som hvilende Tilstande i Artens Liv, hvor enhver vital Funktion

[1] Undertiden spirer Sporerne, medens de endnu er indesluttede i Modercellerne, saaledes (ifølge Sorokin) hos *Spirillum endoparagogicum*.

er nedstemt til et Minimum. Derfor fortjener de fuldt ud Navnet Hvilesporer. Deres Dannelse er, saavidt vides, da ogsaa især afhængig af saadanne ydre Forholds Tilstedeværelse, som træder hindrende i Vejen for den vegetative Udvikling.

Det maa her bemærkes, at naar man oftere finder Bakteriernes Sporer omtalt som disse Organismers særlige Formeringsorganer, da er en saadan Opfattelse ganske uberettiget (især klart fremhævet af Lange[1]). At Bakteriernes Formering falder sammen med den simple Tværdeling af

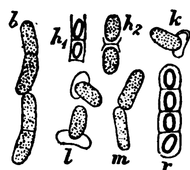


Fig. 61. *Bacillus Megatherium* de Bary.
Sporedannelse. *h* og *r* er Celler med modne, tykvæggede Sporer, *l* og *k* spirende Sporer. $^{600}/_1$. (Efter de Bary).

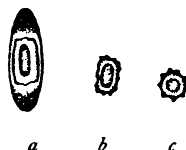


Fig. 62. *Bacillus asterosporus* (Arth. Meyer)
a sporebærende Celle, *b* Længde- og *c* Tværsnit af en Spore. a $^{2400}/_1$. b, c $^{1800}/_1$. (Efter Arth. Meyer).

de vegetative Celler, er tidligere omtalt, medens Sporerne, som nævnt, alene kan opfattes som hvilende, resistente Tilstande, hvis Betydning formodentlig er at bevare Artens Bestaaen under ugunstige Livskaar, hvor den paa Grund af de vegetative Cellers mindre Modstandsdygtighed var truet.

1. Sporerne og deres Paavisning.

Som Følge af Sporernes Dannelsesmaade er de stedse meget smaa. Deres Former er kun faa og simple, saaledes hyppigst ægformede eller ellipsoïdiske. Hos nogle nærmer de sig Kugleformen (t. Eks. hos Bacillus Tetani), medens de hos andre til Gengæld er mere langagtige. Omridsene er oftest afrundede, sjældnere skarptkantede.

Den Sporen omgivende Væg er en tyk, fast og skarpt kontureret Hinde, som ofte synes omgivet af

[1] *C. Lange: Almindelig patologisk Anatomi,* København 1897, p. 110-111.

en lysere geléagtig Substans. I Modsætning til saa mange andre lavere Planters Hvilesporer er den ganske glat og skulpturløs. Dog kendes fra nyeste Tid en interessant Undtagelse herfra i *Bacillus asterosporus,* hvis Sporevæg er besat med radiært udstaaende Lister, som derved giver Sporen Stjærneform (Arth. Meyer) (Fig. 62). I de allerfleste Tilfælde præsenterer Sporevæggen sig som en enkelt, ikke lagdelt Hinde, selv ved de stærkeste Forstørrelser. Men heller ikke dette er uden Undtagelse. Hos den nævnte B. asterosporus samt hos en anden nyopdaget Bakterie, *Bacterium Petroselini* Burchard, er den sammensat af to Hinder, hvad der tydeligt træder frem, naar disse ved Spiringen kastes af. Paavisningen af dette Forhold er af en vis Betydning, idet den gør det muligt, at Væggen i Bakteriernes Sporer ligesom hos saa mange Alge og Svampesporer i Virkeligheden bestaar af to Lag, en Yderhinde (Exin, Exosporium) og en Inderhinde (Intin, Endosporium), skønt vi i Reglen, som nævnt, kun formaar at se eet eneste.

Sporernes Indhold er et stærkt lysbrydende, kondenseret Protoplasma uden Vakuoler og meget vandfattigt. Af denne Grund lader det sig vanskeligt farve. Aarsagen til dets stærke Lysbrydning har man søgt i den Antagelse, at Indholdet væsentlig bestod af olie- eller fedtagtige Stoffer, men dette er ikke rigtigt. De almindelige Opløsningsmidler for Fedtstofferne som Æter o. s. v. ændrer saaledes paa ingen Maade Sporernes Lysbrydning, hvad der maatte ske, hvis Indholdet især bestod af Fedt.

I ufarvede Præparater af sporeholdige Bakterier præsenterer Sporerne sig som lysbrydende Korn i Cellerne Farver man saadanne sporebærende Celler med de almindelige Farvningsmidler, vil man oftest finde, at medens Modercellens Væg og det Sporen omgivende Protoplasma farves stærkt, optager selve denne ikke Farvestoffet og viser sig derfor som en ufarvet Plet i de farvede Celler. Dog kan man ved særegne Metoder, som der her ikke skal gøres nærmere Rede for[1], opnaa det modsatte, nemlig at Sporerne farves, medens

[1] Se herom *Salomonsen: Bakteriologisk Teknik,* 3. Udg. p. 197—98.

Modercellerne forbliver ufarvede eller endog ved en saakaldet Dobbeltfarvning, at Sporerne antager en anden Farve end Modercellerne (rød til blaa t. Eks.) og derved kommer til at staa meget skarpt til disse. Slige Farvemetoder anvendes derfor hyppigt og med Fordel til Paavisning af Sporer i Bakteriernes Celler; dog maa det udtrykkeligt bemærkes, at Farvninger ikke med absolut Sikkerhed formaar at afgøre Sporenaturen af kornagtige, sporelignende Dannelser, men alene Spiringen. Denne er her det eneste paalidelige Kriterium, og før den er iagttaget, tør det ikke betragtes som afgjort, om vi i et givet Tilfælde har med virkelige Sporer eller blot med sporelignende Plasmadannelser, Vakuoler o. s. v. at gøre (se ogsaa p. 23—24).

2. Sporernes Dannelse.

Om de nærmere Forhold ved Sporernes Dannelse hersker der Uenighed. I øvrigt tør det anses for sikkert, at Sporedannelsen ikke stedse foregaar paa samme Maade hos de forskellige Bakteriearter. Et af de længst og bedst kendte Eksempler frembyder den almindelige *Høbacil. Bacillus subtilis*. Naar denne Bakterie i nogen Tid har været dyrket i et Høafkog, vil man finde, at der paa Vædskens Overflade danner sig en smudsig farvet Hinde, bestaaende af lange Traade, som atter er sammensatte af kortere Celler, I disse opstaar nu Sporerne, og enhver Celle er i Stand til at danne disse; her er ingen Adskillelse mellem alene vegetative og alene sporebærende Celler (Fig. 60). Den første Begyndelse til Sporedannelsen er den, at der i Cellernes hidtil ensartede Indhold viser sig en Del smaa Korn, som efterhaanden forøges i Antal og til sidst flyder sammen til større. De herved dannede større Korn bliver mere lysbrydende og forener sig til sidst til en oval, stærkt lysbrydende, tykvægget Spore, som tilsyneladende er omgivet af en lysere, geléagtig Substans. Efter at Modningen er fuldendt, opløses Modercellens Vægge, og de tungere Sporer synker til Bunds i Vædsken som et grumset Bundfald.

Paa samme Maade som hos B. subtilis dannes Sporerne oftest hos Bakterierne, men undertiden gaar Sporedannelsen

dog for sig paa væsentlig anden Vis, idet det hos nogle Bakterier ingensinde kommer til en saadan Korndannelse eller Granulation af Indholdet, som hos Bacillus subtilis var den første Indledning til Sporernes Dannelse, men en Del af det ganske ensartede Plasma trækker sig blot tilbage fra Modercellens Væg og omgiver sig med en tyk Membran, Sporevæggen. Saaledes konstitueres Sporen her straks i sin endelige Størrelse, medens denne først naas efterhaanden hos den af B. subtilis repræsenterede Type, nemlig ved de smaa Korns Vækst og Sammenflyden. Disse to Typer for Sporedannelse er de vigtigste; desuden kan man træffe visse mindre Afvigelser herfra, som dog er saa uvæsentlige, at de ikke nærmere skal omtales her.

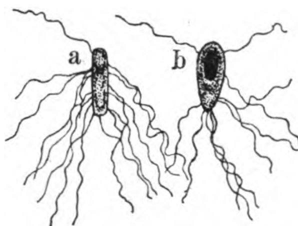


Fig. 63. *Bacillus amylobacter* van Tieghem (= Clostridium butyricum Prazmowski), en *Smørsyrebakterie*. *a* vegetativ, sværmende Celle; *b* sporebærende, opsvulmet Celle, hvis hele Plasmaindhold ikke er opbrugt til Dannelsen af Sporen. $^{1200}/_{1}$. (Efter Alfr. Fischer).

I de fleste Tilfælde medgaar hele Modercellens Plasmaindhold til Sporedannelsen, som derfor nødvendigvis maa medføre Modercellernes Undergang. Denne Regel er dog ikke uden Undtagelse, idet flere Bakterier kun forbruger en mindre Del af Cellens Protoplasma til Opbygningen af deres Sporer. Saadanne Bakterier er derfor i Stand til at fortsætte deres Liv, efter at Sporerne er dannede, og de bevægelige Former kan vedblive at bevæge sig, idet Cilierne ikke kastes af (Alfr. Fischer). Dette synes at betegne et højere, mere differentieret Standpunkt.

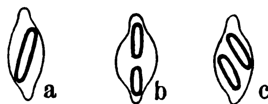


Fig. 64. *Bacillus inflatus* A. Koch. Sporebærende Celler. I *a* indeholder Cellen een, i *b* og *c* to Sporer. $^{2100}/_{1}$. (Efter A. Koch).

Normalt dannes kun een Spore i hver Modercelle. Dog kan man hos visse Bakterier (t. Eks. Bacillus inflatus og Bacillus amylobacter) un-

dertiden, men kun som en Undtagelse, finde to parallelt ordnede Sporer i samme Celle (Fig. 64, 65).

Mange Bakterier undergaar i Løbet af Sporedannelsen væsentlige Formforandringer, som delvis er betingede af Sporernes Beliggenhed i Modercellerne. Man kan med dette Forhold for Øje adskille tre Kategorier af Bakterier.

a) Ingen Formforandringer under Sporedannelsen, t. Eks. *Bacillus subtilis*, *Bacillus Megatherium*. *Bacterium Anthracis* (Fig. 60, 61).

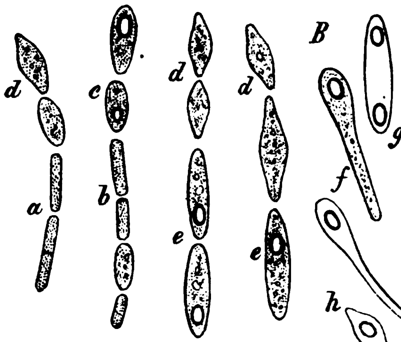


Fig. 65. *Bacillus amylobacter* van Tieghem (= Clostridium butyricum Prazmowski), en *Smørsyrebakterie*. Sporedannelse. Modercellerne svulmer oftest op paa Midten (**Citronform, Clostridium**), sjældnere ved Enderne *(f)*. *g* er en Celle med to Sporer. 1020/1. (Efter Prazmowski).

b) Modercellen svulmer op paa Midten, saa at Stavene faar Citronform (Clostridium). Sporen eller Sporerne er da oftest beliggende indenfor denne Opsvulmning, t. Eks. *Bacillus inflatus*, *Bacillus amylobacter*. *Bacillus Chauveaui* og flere andre anaërobe Bakterier (Fig. 64, 65).

c) Modercellens Ende svulmer op, og Sporen faar polar Beliggenhed: Trommestikform, Kølleform, t. Eks. *Bacillus Tetani* o. fl. a. I dette Tilfælde har Sporerne ofte betydeligt større Tværmaal end selve Modercellerne (Fig. 66).

Da de omtalte Formændringer er ret iøjnefaldende, har de givet Anledning til, at man har benyttet dem som vigtige Slægtskabskarakterer (Alfr. Fischer), og nogle af de mange Bakteriesystemer er væsentligst begrundede herpaa. Til dette er de dog efter andre Forskere ikke stedse af tilstrækkelig Konstans. Saaledes vil man t. Eks. af Bacillus amylobacter ofte finde sporebærende Individer, hvoraf nogle har Citronform, andre ensartet Stavform (Fig. 65), medens til Gengæld den karakteristiske Form hos andre Bakterier synes at være meget konstant, saaledes Trommestikformen hos Tetanus (Fig. 66).

Om mulige stoflige Forandringer af Bakteriecellernes Indhold i Løbet af Sporedannelsen vides intet. Der kan dog i denne Sammenhæng henvises til det Forhold, at visse anaërobe Smørsyrebakterier under Sporedannelsen farves blaa af Jod (hvilket jo tyder paa, at de da indeholder et stivelselignende Stof), medens de vegeterende, ikke sporedannende Celler med Jod blot antager en gullig Farve.

Som beskrevet i det foregaaende dannes Sporerne inde i deresModerceller,altsaa endogent, og man har derfor ogsaa givet dem Navnet Endosporer. Foruden de hidtil alene omtalte Endosporer antager nogle Forskere (de Bary, van Tieghem, Hueppe o. a.), at der hos Bakterierne forekommer Hvilesporer af anden Art[1]. Om disse, de saakaldte *Arthrosporer*, angives det, at de ikke dannes endogent i de vegetative Celler, men simpelthen, ved at disse uden nogen morfologisk Forandring antager Hvilesporers Egenskaber. I det højeste fortykkes Cellevæggene samtidigt en Del paa lignende Maade som i de blaagrønne Algers Hvilesporer, med hvilke saadanne Arthrosporer da ogsaa hyppigt paralelliseres. Som typisk Eksempel paa en arthrospor Bakterie vil man stedse finde *Streptococcus (Leuconostoc) mesenterioïdes* omtalt. Hos denne optræder der ifølge van Tieghem foruden de sædvanlige vegetative Celler andre større og mere tykvæggede. Disse er da Arthrosporerne, som angives at være i Stand til at spire, hvilket dog senere Undersøgere ikke har kunnet bekræfte.

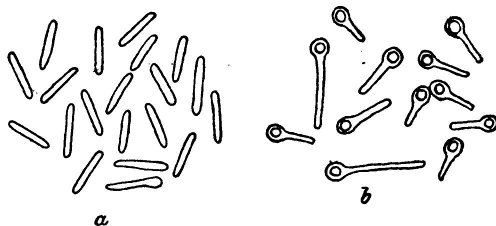


Fig. 66. *Bacillus Tetani* Nicolaier. Sporedannelse. Modercellernes Ender svulmer op (**Trommestikform**). $^{1000}/_{1}$. (Efter Migula).

Nogle Forfattere giver Begrebet Arthrospore en meget vid Udstrækning ved simpelthen at dele Bakterierne i to Grupper: endospore og arthrospore. Den sidste omfatter da alle de Bakterier, hos hvilke man hidtil forgæves har søgt Endosporer, men hvor de vegetative Celler uden morfologiske Forandringer skal kunne antage Hvilesporers Natur. Saaledes søger man alene ad fysiologisk Vej at karakterisere det morfologiske Begreb Spore.

[1] Om de hos Skedebakterierne alene forekommende Gonidier se p. 56-60.

Dette er i sig selv uberettiget, men desuden vil det ses, at »Arthrosporen« ikke engang lader sig fastholde som fysiologisk Begreb. Thi i al Almindelighed vides det, at Bakteriernes rent vegetative Celler under forskelligartede Forhold (Alder, tidligere Kulturbetingelser) er i Besiddelse af ulige Modstandsevne mod ugunstige ydre Kaar. Af denne Grund bliver der, selv om man, hvad ikke engang tilstrækkeligt er bevist gennem Forsøg, hos Arthrosporerne antager en særlig stor Modstandsevne, kun en Gradsforskel mellem disse og de vegetative Celler (E. Chr. Hansen, Migula o. a.), saa at Begrebet heller ikke i fysiologisk Forstand kan karakteriseres skarpt.

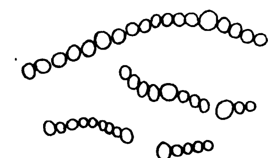


Fig. 67. *Streptococcus pyogenes* Rosenbach. Kæder med opsvulmede, Heterocyst-lignende Celler. $^{2000}/_{1}$. (Efter Migula).

Angaaende de ældre Angivelser om, at der hos visse Bakterier med Streptococcus mesenterioïdes som Type forekommer Arthrosporer, som i Lighed med de blaagrønne Algers Hvilesporer er karakteriserede ved Størrelse og Vægtykkelse fremfor de vegetative Celler, maa det fastholdes, at disse Angivelser henstaar ubekræftede, og at deres Rigtighed endog benægtes af senere Undersøgere. Da desuden hverken en særlig stor Modstandsdygtighed mod skadelige ydre Paavirkninger eller en ejendommelig Spiringsakt, som jo i denne Henseende er vort eneste paalidelige Kriterium, med Sikkerhed er fastslaaet for disse formodede Arthrosporers Vedkommende, vil det heraf forstaas, at enhver Berettigelse endnu mangler til at paralellisere dem med ægte Hvilesporer.

Med Hensyn til den flere Gange nævnte Streptococcus mesenterioïdes kan det bemærkes, at meget taler for, at de store Celler, som van Tieghem hos den beskrev som Arthrosporer, og som ogsaa er iagttagne hos andre Streptokokker (se Fig. 67), maa sammenlignes, ikke med Hvilesporerne hos de blaagrønne Alger, men med de ejendommelige klare og tykvæggede Celler, som hos disse Alger er bekendte under Navnet Heterocyster, og hvis Betydning i øvrigt er ganske problematisk.

I det foregaaende har vi saaledes set, at Begrebet Arthrospore i Bakteriologien henstaar meget ubestemt og i Virkeligheden som bakteriologisk Begreb er ubestemmeligt baade ad morfologisk og fysiologisk Vej. Navnet Arthrospore bør derfor som overflødigt og vildledende ikke anvendes i Bakteriologien.

3. Sporernes Spiring.

Under gunstige Betingelser spirer Sporerne, d. v. s. der dannes en saakaldt Kimstav, som senere ved Vækst og

Delinger frembringer vegetative Celler af samme Beskaffenhed som dem, hvori Sporerne udvikledes. De nærmere Omstændigheder ved denne Spiringsakt er godt undersøgte for et nu ret stort Antal Bakteriers Vedkommende, og det synes at maatte betragtes som afgjort, dels, at Spiringen hos den



Fig. 68. *Bacillus leptosporus* L. Klein.
Spiring uden synlig Bristning af Sporevæggen. $^{2000}/_{1}$. (Efter Migula).

samme Bakterie stedse forløber paa samme Maade, og dels, at de forskellige Bakteriearter paa et vist Tidspunkt af deres Spiringshistorie frembyder visse karakteristiske Forskelligheder, som paa Grund af deres Konstans hører til de sikreste morfologiske Artskendemærker, vi besidder.



Fig. 69. *Bacillus amylobacter* van Tieghem (= Clostridium butyricum Prazmowski), en *Smørsyrebakterie*.
Polar Spiring. $^{1020}/_{1}$. (Efter Prazmowski).

Indledningen til Sporernes Spiring er stedse ens. Det første, der sker, er, at Sporerne, hvis Indhold, som tidligere omtalt, er yderst vandfattigt, optager Vand i rigelig Mængde og derved svulmer betydeligt op, endog til omtrent den dobbelte Størrelse. Samtidig mister de deres tidligere faste Konturer,

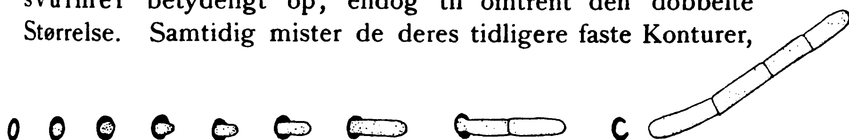


Fig. 70. *Bacillus subtilis* (Ehrenberg) Cohn, *Høbacillen*.
Ækvatorial Spiring. $^{2000}/_{1}$. (Efter Migula).

Omridsene bliver utydeligere, og den tidligere stærke Lysbrydning forsvinder for at give Plads for et Udseende, der mere nærmer sig de vegetative Cellers (se Fig. 71 a og b). Lige indtil dette Tidspunkt forholder alle kendte Bakterier sig ens, men i Spiringens videre Forløb er der efter Arterne karakteristiske Forskelligheder i Henseende til den Maade, hvorpaa den unge Kimstav frigøres af Sporevæggen.

Hos nogle Bakterier kommer det ikke til nogen synlig Bristning af Sporevæggen; denne synes at forslime eller opløses, og den derved befriede Kimstav vokser ligefrem ud og deler sig i vegetative Celler. Kun ganske faa Bakteriers Sporer spirer paa denne Maade (*Bacillus leptosporus* ifølge L. Klein) (Fig. 68). Hos det overvejende Flertal brister Sporevæggen paa karakteristisk Vis paa et forud bestemt Punkt.

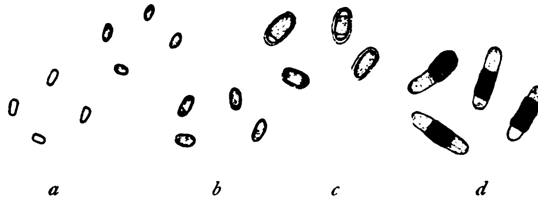


Fig. 71. *Bacillus bipolaris* Burchard.
Bipolar Spiring. $^{1000}/_{1}$. (Efter Burchard).

Herefter kan der adskilles to Typer, som dog ere forbundne ved Overgange.

A. Sporevæggen brister (eller opløses) ved Sporens Pol, og Kimstaven vokser ud i Sporens Længderetning (Polar Spiring).

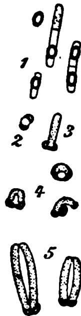


Fig. 72. *Bacillus subtilis* (Ehrenberg) Cohn, *Høbacillen.*
Ækvatorial Spiring. I *4* ses den hesteskoformet bøjede Kimstav. $^{600}/_{1}$. (Efter de Bary).

Efter denne Type spirer de fleste hidtil bekendte Bakteriers Sporer. Som typiske Eksempler kan nævnes *Bacillus Amylobacter* (Clostridium) efter Prazmowski og *Bacillus bipolaris* Burchard (Fig. 69, 71). Som oftest er det kun i Sporens ene Ende, at Bristningen af Væggen finder Sted, og den udvoksende Kimstav bærer derfor den bristede Sporevæg som en polar Hætte. Sjældnere, t. Eks. regelmæssigt hos *Bacillus bipolaris*, vokser Kimstaven ud gennem bægge Sporens Poler (Bipolar Spiring). I saadanne Tilfælde kommer Sporevæggen til at sidde som en bælteformet Dannelse om den unge Kimstavs Midte (Burchard) (Fig. 71).

B. Sporevæggen brister ved en midtstillet (ækvatorial) Revne, gennem hvilken den unge Kimstav vokser frem, i Reglen lodret paa Sporens Længdeakse (Ækvatorial Spiring).

Som Eksempler paa Arter, der følger denne noget sjældnere Spiringsmodus, kan nævnes *Bacillus subtilis* og *Bacillus Megatherium* (Fig. 61, 70).

Da den unge Kimstav her ofte kun med Vanskelighed slipper løs af den bristede Sporevæg, vil man derfor hyppigt finde Tilstande som afbildet i Fig. 72, 4; her er Kimstaven hesteskoformet bøjet, og dens Ender endnu omsluttede af de hætteformede Sporevæghalvdele.

Hos nogle nyopdagede Bakterier, hvis Sporevæg brister ved en ækvatorial Revne, er Forholdene en Del afvigende fra det beskrevne (Burchard). Saaledes danner Kimstavens Vækstretning hos *Bacillus loxosus* en spids Vinkel med Sporens Længdeakse (Skraa Spiring, Fig. 73). Hos *Bacillus loxosporus* brister Sporevæggen ligeledes ækvatorialt, men Spiringen er dog polar,

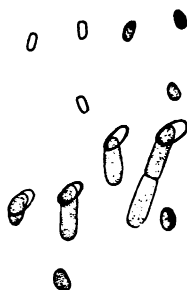


Fig. 73. *Bacillus loxosus* Burchard. **Skraa Spiring.** $^{1000}/_{1}$. (Efter Burchard).

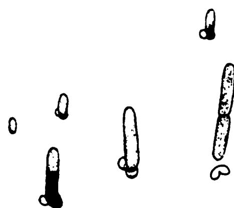


Fig. 74. *Bacillus loxosporus* Burchard. Sporevæggen brister ved en ækvatorial Revne; men Spiringen er dog polar, da Sporevæggens ene Halvdel slaar sig tilbage som en Hætte. $^{1000}/_{1}$. (Efter Burchard).

idet Sporevæggens ene Halvdel slaar sig tilbage som en Klap og derved gør det muligt for Kimstaven at vokse ud i Sporens Længderetning (Fig. 74).

Kimstaven forholder sig i det væsentlige som de vegetative Celler. Dog er dens Protoplasma i Begyndelsen mere ensartet, uden Korn og Vakuoler, som først efterhaanden

kommer til Udvikling. Hos de bevægelige Bakterier danner Kimstaven meget snart Cilier, svømmer afsted og deler sig paa sædvanlig vegetativ Vis. Man kan derfor ofte træffe Bakterier svømmende omkring med endnu fastsiddende Rester af den gamle Sporevæg, medens denne hos andre tværtimod opløses og forsvinder meget hurtigt.

4. Sporernes Udbredning og Betydning.

Som nævnt har man med Sikkerhed kunnet paavise Hvilesporer hos et efterhaanden ret stort Antal Bakterier. Af disse hører det ganske overvejende Flertal til Stavbakteriernes Gruppe. Af vigtigere eller mere bekendte sporedannende Stavbakterier kan eksempelvis nævnes følgende: *Bacterium Anthracis*, *Bacillus Tetani*, *Bacillus oedematis maligni*, *Bacillus Chauveaui* (Raslesyge), *Bacillus subtilis*, *Bacillus Megatherium*, *Bacillus mesentericus vulgatus* (en af de saakaldte Kartoffelbakterier), flere af de Bakterier, som sammenfattes under Navnet *Smørsyrebakterier*, saaledes *Bacillus Amylobacter* van Tieghem (= Clostridium butyricum Prazmowski) og *Bacillus butyricus* Hueppe, etc. etc.

Foruden Stavbakterierne angives enkelte Skruebakterier (t. Eks. *Spirillum endoparagogicum* efter Sorokin) at kunne danne Hvilesporer, uden at dette dog tør betragtes som fastslaaet med absolut Sikkerhed. Blandt Kuglebakterierne kendes ingen ganske utvivlsomme Eksempler paa sporedannende Arter, og hos Skedebakterierne (Chlamydobacteriaceae) mangler Hvilesporer ganske.

Hvilesporernes Betydning for Arten maa, som tidligere omtalt, søges i deres store Modstandsdygtighed mod skadelige ydre Paavirkninger (daarlige Ernæringsforhold i gamle Kulturer, ekstreme Temperaturer, Gifte, vidtgaaende Indtørringer o. s. v.); thi denne Modstandsevne er saa betydelig, at den ikke alene langt overgaar de vegetative Cellers hos samme Art, men i det hele er Bakterierne i Sporetilstand de mest sejglivede af alle levende Væsener. Disse Forhold vil senere blive nærmere omtalte, men det kan her allerede eksempelvis anføres, at medens de

vegetative Celler hos *Bacillus subtilis* allerede dræbes ved 20 Minutters Ophold i kogende Vand, er en 3 Timers Kogning nødvendig, for at Sporerne med Sikkerhed kan blive dræbte[1] (Brefeld), og andre Bakteriearters Sporer er i Stand til at udholde endnu længere Tids Indvirkning af kogende Vand uden at miste Spireevnen. (Særlig bekendt for sin Modstandsdygtighed er saaledes *Bacillus mesentericus vulgatus).* En lignende Modstandsdygtighed mod ekstreme Temperaturer er uden for Bakterierne hidtil ukendt i Organismernes Verden.

Ogsaa overfor Gifte (som Karbolsyre, Sublimat o. s v.) viser Sporerne langt større Modstandsevne end de vegetative Celler, og ligeledes er de i Stand til at taale langvarig Indtørring uden at miste deres Evne til at spire, naar de atter bringes under gunstige Betingelser (i et Forsøg med Bacillus Megatherium saaledes i 3 Aar).

Efter det foreliggende maa det derfor betragtes som afgjort, at Sporerne i langt højere Grad end de vegetative Celler formaar at udholde skadelige ydre Indvirkninger, og at vi just heri maa søge deres Betydning for Arten, synes utvivlsomt; tillige vides det, at Sporedannelsen ofte netop finder Sted, naar den vegetative Udvikling hæmmes eller standser.

Derimod ved vi aldeles ikke, hvoraf, af hvilke Ejendommeligheder i Sporernes Bygning og Indhold deres betydelige Modstandsdygtighed afhænger. Naar man saaledes t. Eks. har søgt at forklare sig Evnen til uden Skade at udholde en flere Timers Ophedning til Kogepunktet som en Følge af Sporernes særlig tykke og modstandsdygtige Membraner, er en saadan Opfattelse ganske urimelig og uholdbar. Vi staar her i det hele sikkert overfor langt mere komplicerede Forhold, der, saalænge intet er bekendt om Spore-

[1] Lader man derimod Kogningen foregaa ved højere Temperaturer end 100°, dræbes Sporerne forholdsvis hurtigt, saaledes ved 105° i Løbet af et Kvarter, ved 110° allerede efter fem Minutter. Af denne Grund anvender man til sikker og hurtig Sterilisation af sporeholdigt Materiale Indvirkning af spændt Damp, hvad der stedse vil føre til Maalet (Autoklavesterilisation).

indholdets nærmere Beskaffenhed, ganske maa unddrage sig vor Forstaaelse.

B. Gonidierne.

Gonidierne forekommer alene hos de saakaldte Skedebakterier (Chlamydobacteriaceae), denne Gruppe af forholdsvis højt organiserede Vandbakterier, som i saa mange Henseender staar de egentlige Bakterier fjærnt. Det er tidligere omtalt, at Gonidierne ifølge deres Dannelse og Betydning er væsentlig forskellige fra Hvilesporerne, og at de i Modsætning til disse maa betragtes som Celler, der staar i Formeringens Tjeneste. De frembyder derfor heller ingen af de Ejendommeligheder, som er karakteristiske for Hvilesporerne; saaledes dannes de ikke endogent i Moderceller og har hverken tykke Membraner eller viser nogen udpræget Modstandsdygtighed mod skadelige ydre Indvirkninger. Heller ikke gaar nogen Hvileperiode forud for deres senere Udvikling, men de er tværtimod straks efter deres Dannelse og Frigørelse i Stand til at vokse vegetativt ud uden nogen Sprængning og Afkastning af Membranen. I øvrigt er Gonidierne hos de forskellige Skedebakterier af temmelig uensartet Beskaffenhed, hos nogle saaledes ubevægelige, hos andre forsynede med ægte Cilier og derved med Sværmedygtighed.

1. Ubevægelige Gonidier.

Den simpleste Form af Gonidier findes hos Slægten *Streptothrix*[1], ugrenede, traadformede Bakterier, som er omsluttede af en Skede. Gonidierne er her ligefrem Celler, som efter at have løsnet sig af Forbindelsen med de øvrige Traadceller afrundes og trænger ud i det omgivende Vand gennem den aabne Skedes Munding (Fig. 75). Hos nogle Arter er de kugleformede, hos andre nærmer Formen sig mere til det ellipsoïdiske. Paa Grund af deres Ubevægelighed føres de passivt om af Vandet, indtil de naar et eller andet Sted,

[1] Til Slægten *Streptothrix* henregnes her foruden nogle i nyere Tid opdagede Bakterier en Del af, hvad der tidligere gik under Navnet *Leptothrix*.

hvor de kan sætte sig fast og vokse ud til lignende vegetative Traade som dem, hvoraf de blev dannede.

Hos den saakaldte *Brøndtraad*, *Crenothrix polyspora* Cohn, der ligesom Streptothrix bestaar af ugrenede Traade, findes to Slags Gonidier, nogle større, Makrogonidier, og nogle mindre, Mikrogonidier. De første dannes ganske paa samme Maade som Gonidierne hos Streptothrix, altsaa ligefrem, ved at de øverste Celler i Traadene løsrives, afrundes og forlader Skederne, undertiden efter først at have delt sig i to ved Vægge paralelle med TraadenesLængdeakse. Mikrogonidiernes Dannelse foregaar, ved at de øvre Traadceller ved Skillevægge efter alle tre Rumretninger afdeles i mindre Celler. Disse afrundes herefter

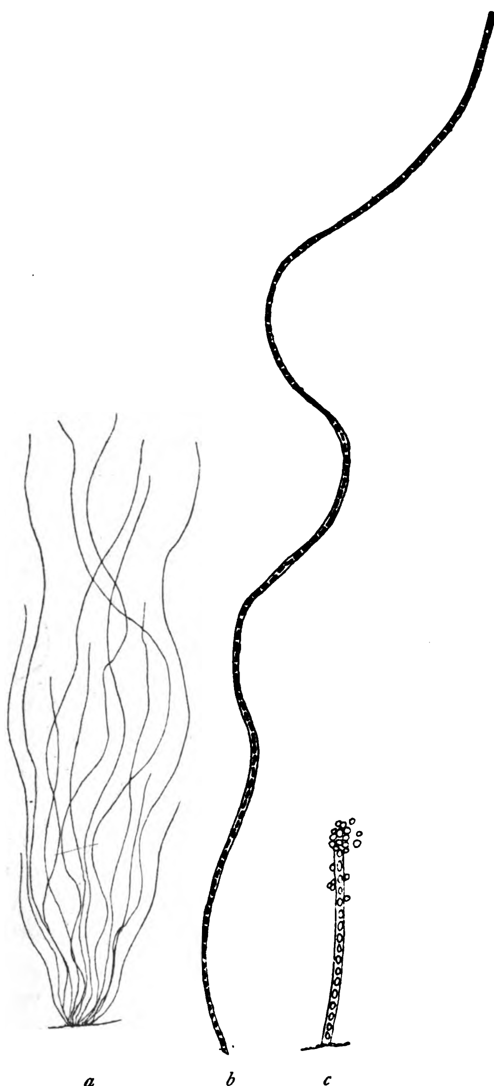


Fig. 75. *Streptothrix hyalina* Migula. *a* fastsiddende Traade; *b* en Traad, som efter Behandling med Jod viser sin Leddeling i Celler; *c* gonidiedannende Traad. a 100/1. b, c 1000/1. (Efter Migula).

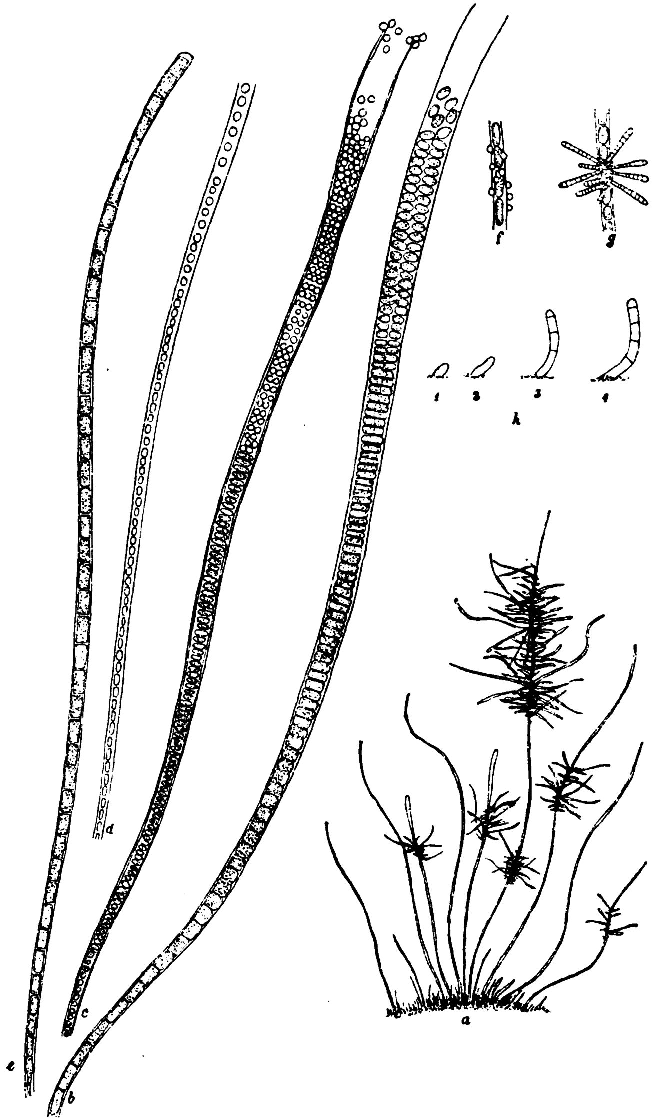


Fig. 76. *Crenothrix polyspora* Cohn, *Brøndtraaden.*
a Gruppe af fastsiddende Traade; paa nogle er Gonidierne voksede ud til nye Traade; *b* makrogonidiedannende Traad; *c* mikrogonidiedannende Traad; *d* Traad, der kun danner een Række af smaa Gonidier; *e* vegeterende Traad; *h*, *f*, *g* spirende Gonidier. a $^{64}/_{1}$. b—h $^{800}/_{1}$. (Efter Migula).

mod hverandre og frigøres af Skederne som Mikrogonidier. Den videre Udvikling af bægge Slags Gonidier er ens; de sætter sig ofte fast paa selve Crenothrixtraadene og vokser der ud til vegetative Traade; herved bliver saadanne Individer tilsyneladende forgrenede (Fig. 76).

Crenothrix polyspora optræder bl. a. hyppigt i Brønde og kunstige Vandledninger, hvor den paa Grund af sin rapide og kolossale Udvikling er saa frygtet, at man endog flere Steder har nedsat særlige Kommissioner med dens Bekæmpelse som Formaal.

Saa vidt vides, maa Aarsagen til, at denne Bakterie saa hurtigt og voldsomt griber om sig, netop søges i dens rigelige Gonidiedannelse.

2. Bevægelige Gonidier.

Hos *Grenhaaret*. *Cladothrix dichotoma*, en anden almindelig Vandbakterie, som bestaar af forgrenede Traade, træffer vi Bakteriegonidierne i deres højest udviklede Form. De er her stavformede eller cylindriske og forsynede med en lateral Ciliebusk, som udgaar fra et Punkt henimod Stavenes Ende (Fig. 77). De bliver fri (ofte rækkevis) af Skederne, ved at disse flyder hen og opløses, og svømmer derpaa livligt omkring for til sidst ved Hjælp af en Slags udskilt Kit at hæfte sig fast til et Underlag (ofte ældre Cladothrixindivider) og vokse ud til vegetative Traade.

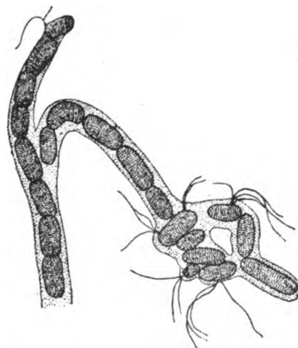


Fig. 77. *Cladothrix dichotoma* Cohn, *Grenhaar*. Del af en grenet, gonidiedannende Traad. $^{1000}/_{1}$. (Efter Alfr. Fischer).

Det har tidligere været paastaaet, at denne Bakterie foruden de omtalte stavformede Gonidier ogsaa var i Stand til at danne saavel kugle- som skrueformede (Zopf), men dette er ifølge senere Undersøgere (Büsgen o. a.) urigtigt og maa forklares som misforstaaede

Iagttagelser paa urene Kulturer. Skrueformede Gonidier kendes hidtil ikke hos Bakterierne.

Hos den til Svovlbakterierne hørende Slægt *Thiothrix*, hvis Traade er omgivne af en sart Skede, men i øvrigt ganske ligner Slægten Beggiatoa, findes bevægelige, skønt cilieløse Gonidier. Bevægelsen maa her vel nærmest sammenlignes med



Fig. 78. A *Thiothrix nivea* Winogradsky, B *Thiothrix tenuis* Winogradsky. *A* Traade, der sidder fæstede til et Dækglas. *B* Række af afsnørede Gonidier. $^{900}/_{1}$. (Efter Winogradsky).

Beggiatoas og de blaagrønne Oscillatoriers, men er i øvrigt som disses utilstrækkeligt forstaaet. Thiothrix-Gonidierne er stavformede og bestaar ofte ligesom modsvarende Dannelser hos de blaagrønne Alger (Hormogonier) af flere løsere eller fastere forbundne Celler (Winogradsky).

§ 6. Makroskopiske Vækstformer, Kolonier.

De Former, hvorunder Bakterierne viser sig for det ubevæbnede Øje, kaldes deres makroskopiske Vækstformer. Disse er i Reglen lidet karakteristiske og iøjnefaldende, blotte Aggregater eller Hobe af Celler, som holdes sammenhæftede ved de yderste Væglags Gelédannelse og Forslimning (Kapseldannelse). Paa faste Substrater kan de saaledes danne slimede Overtræk af ubestemt Begrænsning, men undertiden med karakteristisk Farve, og er Næringsbunden en Vædske, kan de deri udbrede sig som geléagtige, mere eller mindre formløse Klumper eller Fnug, der holder sig svævende i Vædsken eller til sidst synker til Bunds.

Noget bedre karakteriserede end de omtalte formløse Cellehobe er de saakaldte Bakteriehinder (Kahmhaut, fleur de vin), der dannes paa Overfladen af de Vædsker, hvori Bakterierne vokser. Særligt bekendte er t. Eks. de, som dannes af den almindelige Høbacil (*Bacillus subtilis*), naar den i Løbet af nogle Dage har været dyrket i et Høafkog. Man finder da paa Vædskens Overflade en matgraa, rynket Hinde af ret sejg og fast Beskaffenhed. Under Mikroskopet viser den sig at bestaa af traadformede Cellerækker, som hæftes sammen ved Cellevæggenes (Kapslernes) klæbrige Beskaffenhed.

Af andre bekendte, typisk hindedannende Bakterier kan nævnes visse Eddikesyrebakterier (*Bacterium aceti*, *Pasteurianum* etc.), men i øvrigt er Hindedannelserne meget udbredte og almindelige Vækstformer blandt Bakterierne. Ogsaa de fine, iriserende Hinder, som ofte ses paa Overfladen af stillestaaende Vand, saaledes i Damme og Vandpytter, skyldes Bakterier og hører herhen.

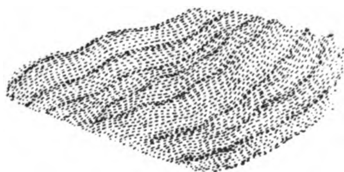


Fig. 79. *Bacillus subtilis* (Ehrenberg). Cohn, *Høbacillen*. Del af en Hinde, dannet paa Overfladen af et Høafkog. (Efter Brefeld).

En anden almindelig Vækstform er den saakaldte Zoogløa, der i lignende Skikkelse genfindes hos flere lavere Alger (Nostoc o. a.). Zoogløaerne er Geléklumper, som ofte har forholdsvis karakteristiske Former og ret fast Konsistens. De bestaar af en strukturløs Gelémasse, hvori Cellerne ligger spredte, i Reglen tættest ud mod den fastere Overflade, medens Zoogløaens indre er mere fattig paa Celler og af løsere Beskaffenhed. Formerne er rundagtige eller mere affladede; Overfladen er glat eller har Rynker og Folder, som dannes, naar de yderste Celler formerer sig saa livligt, at der ikke bliver Plads til dem paa den glatte Overflade. Denne lægger sig derfor i Folder, der undertiden er saa fremtrædende, at Zoogløaens Omkreds bliver lappet eller fingerformet indskaaren (de ældre Forfatteres *Zoogloea ramigera* Fig. 80).

Zoogløaerne kan enten dannes af en enkelt Bakterieart

(ensartet Z.), eller samme Zoogløa kan indeholde flere Arter (uensartet Z.). Naar Geléen, som omgiver Cellerne, flyder hen eller opløses, bliver disse fri, og de bevægelige Former sværmer afsted.

I morfologisk Henseende maa Zoogløaerne opfattes som Vækstformer, hvor de enkelte Cellers Kapseldannelse er saa kolossal, at Kapslernes Gelé langt overgaar selve Cellerne i Mægtighed; efterhaanden udslettes Grænserne mellem de for-

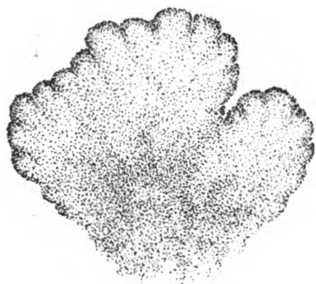


Fig. 80. »*Zoogloea ramigera*«. Del af en lappet Zoogløa (af en Vandbakterie). Man ser, at Cellerne er tættest lejrede i den lappede Omkreds. $^{56}/_1$. (Efter Alfr. Fischer).

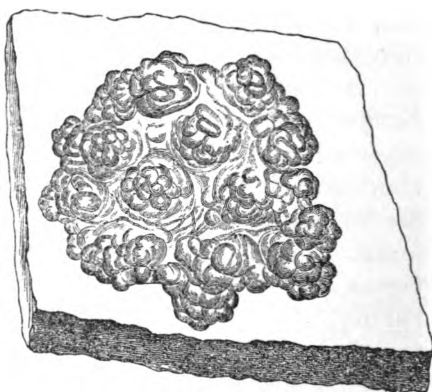


Fig. 81. *Clostridium Polymyxa* Prazmowski. Foldet og kruset Zoogløa, dannet paa Overfladen af en Roeskive. $^4/_5$. (Efter Zopf).

slimende Kapsler fuldstændigt, og Gelémassen, hvori Cellerne er indlejrede, bliver da ganske strukturløs.

Som Eksempel paa en typisk zoogløadannende Art kan nævnes den allerede flere Gange før omtalte *Streptococcus mesenterioïdes*. Denne Bakterie var tidligere almindeligt frygtet i Sukkerfabrikkerne; thi den er i Stand til i stor Maalestok at omdanne Sukkersaften til kolossale, slimede Zoogløamasser (den saakaldte Dextrangæring)[1]. Imidlertid er det kun i sukkerholdigt Substrat, at Zoogløadannelsen kommer frem; vokser Bakterien paa en Næringsbund, der er fri for Sukker, dannes ingen Zoogløa (jfr. Fig. 26).

[1] I de senere Aar synes den, mærkeligt nok, at være bleven sjælden, saa at den nu ikke længere spiller nogen som helst praktisk Rolle.

Af andre bekendte og karakteristiske Zoogløadannelser maa nævnes de saakaldte Kefyrkorn, som spiller en Rolle ved Mælkens Kefyrgæring (se herom senere). Kefyrkornene er i tør Tilstand smaa, gullige og sprøde, men svulmer ved Vandoptagelse op til nøddestore, faste og sejge Zoogløamasser med foldet og kruset Overflade. De bestaar af zoogløadannende Mælkesyrebakterier og en Gærsvamp, og det er ved disse Organismers Samvirken, at den ejendommelige Kefyrgæring kommer i Stand.

Zoogløadannelser kan optræde baade paa fast og flydende Substrat; men i det hele er de Betingelser, som de forskellige Arter kræver for at vokse i Zoogløaform, kun lidet kendte og undersøgte.

Det synes ikke, at man kan tillægge Zoogløaen nogen større systematisk Betydning, saaledes som ældre Forfattere har gjort[1]; dertil er Formerne baade for lidet karakteristiske og konstante; ligeledes kan mange ellers ganske forskellige Bakterier efter Forholdene optræde i ens udseende Zoogløaformer, og samme Zoogløa kan indeslutte flere Arter.

Det vil let ses, at der mellem de omtalte makroskopiske Vækstformer ikke er nogen skarp Adskillelse: de kommer alle i Stand ved Forslimning af Cellevæggenes ydre Lag, altsaa ved en Kapseldannelse, og det er Kapslens ulige Mægtighed og Fasthed, som betinger de forskellige Vækstformers mere eller mindre ejendommelige ydre Udseende.

Om Bakteriecellernes Forbindelse til de omtalte Vækstformer gælder det, at den stedse er af løs Natur. Cellerne indgaar her aldrig en saadan inderlig Forbindelse som hos højere Organismer, hvor de enkelte Celler og Dele specialiseres i Udøvelsen af forskellige Funktioner og indordnes under et større Hele. Tværtimod er Selvstændigheden af de enkelte Celler særdeles stor, og alle har lige stor Værdi; saaledes har vi set, at der ingen Adskillelse var mellem sporedannende og alene vegeterende Celler, hvad der betegner et meget lavt Standpunkt. Bakteriernes Celleforbindelser

[1] Saaledes beskreves den i Fig. 80 afbildede Zoogløaform som en Bakterieart *(Zoogloea ramigera)*, for hvilken denne Form antoges at være udelukkende ejendommelig og konstant.

eller Vækstformer kan derfor ikke paralelliseres med de højere Organismers Celleforbindelser, men er blotte Hobe eller Aggregater af Individer, som hver især bærer alle Artens Egenskaber i sig. Hermed mangler en af de væsentligste Betingelser for morfologisk Differentiation og, som vi har set, er Vækstformernes Udseende jo ogsaa kun lidet ejendommeligt og daarligt karakteriseret.

Paa dette Sted kan de saakaldte *Myxobakterier* kortelig omtales, en højst ejendommelig Gruppe af lavtstaaende Organismer, om hvis systematiske Plads der har været ført en Del Strid, idet man foruden til Bakterierne har henregnet dem saavel til Slimsvampene som til visse Skimmelsvampe. Efter den amerikanske Forsker Thaxter's Undersøgelser, hvilke vi især skylder vort Kendskab til disse Organismer, synes de dog med størst Ret at henregnes til Bakterierne eller at sideordnes med dem.

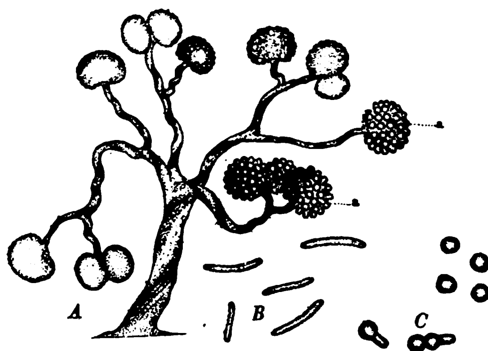


Fig. 82. **Myxobakterier.**
A *Chondromyces crocatus* (Berkeley et Curtis) Thaxter; B, C *Myxococcus coralloïdes* Thaxter.
A forgrenet Zoogløa med kugleformede Opsvulmninger i Grenenes Spidser; ved *a* er disse i Færd med at danne Fælleshylstre. *B* enkelte, vegetative Celler. *C* Sporer i Dannelse (nederst) samt modne Sporer (øverst). A ca. 75/1. B og C ca. 1400/1. (Efter Thaxter).

Ifølge Thaxter maa Myxobakterierne opfattes som Bakteriezoogløaer, der paa bestemte Udviklingstrin i Modsætning til de egentlige Bakterier ofte har særdeles karakteristiske Former, hvorved de minder om visse sporebærende Svampe (bestemte, ejendommelige Forgreninger med Akser af indtil fjerde Orden, se Fig. 82 A).

Myxobakteriernes Zoogløaer afviger i Begyndelsen ikke fra de sædvanlige Bakteriers og bestaar ligesom disse af en Gelémasse, hvori mangfoldige stavformede, bevægelige Celler, der ganske ligner Bakterier, er indlejrede. Stavene formerer sig ved

Tværdelinger og kan som de egentlige Bakterier ogsaa danne Hvilesporer (Fig. 82 C).

Under visse Betingelser samler Cellerne sig paa bestemte Steder af Zoogløaen og giver herved Anledning til oftest kugleformede Dannelser, som hver bestaar af flere fælles Hylstre, der indeholder et betydeligt Antal Celler. Disse Fælleshylstre er efter Arterne snart indesluttede i den oprindelige Zoogløamasse, snart bæres de som Sporehusene hos flere lavere Svampe paa enkelte eller forgrenede Stilke, hvad der betinger de fuldt udviklede Zoogløaers omtalte karakteristiske og rigt varierede Former. De i Fælleshylstrene indeholdte Celler synes at være i en Slags Hviletilstand, men naar Betingelserne derfor er til Stede, sprænges Hylstrene, og Cellerne vokser videre under Tværdelinger ligesom tidligere.

Dersom Thaxters Tydning af Myxobakterierne som Bakterier viser sig at holde Stik i Fremtiden, vil vi her have et interessant Eksempel paa, hvorledes saadanne lavtstaaende Organismer ved deres Vækst i Kolonier kan frembringe ejendommelige og konstante Former. I øvrigt er Forholdet ikke enestaaende blandt de lavere Planter; saaledes danner mange Diatomeer karakteristisk forgrenede Slimkolonier, i hvilke de enkelte Individer, som er forbundne ved den omgivende Gelé, hver for sig har lige stor Selvstændighed.

Af stor diagnostisk Betydning er Bakteriernes makroskopiske Vækstformer paa bestemte faste Substrater af kendt Beskaffenhed. Disse Hobe af Celleindivider, af hvilke alle har lige stor Selvstændighed, kaldes sædvanlig **Bakteriekolonier.**

Studiet af Koloniernes Udseende som adskillende Karakterer for de forskellige Bakteriearter har navnlig faaet Betydning, efter at R. Koch i 1881 havde indført Anvendelsen af faste stivnede Substrater (Gelatine, Agar-Agar, oftest med Tilsætning af forskellige Næringsvædsker, Blodserum o. s. v.) i den bakteriologiske Teknik.

Naar en ringe Mængde bakterieholdigt Materiale ved Omrystning spredes i den varme, flydende Næringsgelatine, og denne derpaa ved lavere Temperatur stivner, vil de enkelte Bakterieceller fordeles jævnt i den og fastholdes paa samme Plads. Herved er det med Sikkerhed muligt ud af en broget Blanding af Bakterier at isolere de for-

skellige Arter, idet hver enkelt mikroskopisk lille Celle danner Udgangspunktet for en fremvoksende, med det blotte Øje synlig Koloni, hvis videre Udvikling da kan forfølges (Renkultur).

Efter Næringssubstratets Art og den Maade, paa hvilken Bakterierne er udsaaede (Plade-, Stik-, Ridskulturer[1]), er Koloniernes Udseende meget forskelligt, men naar samme Art dyrkes under ensartede Betingelser, og dens Kolonier befinder sig paa samme Udviklingstrin, vil de stedse have samme Udseende, som for manges Vedkommende kan være særdeles karakteristisk i Henseende til Form og Farve, Indvirkning paa Substratet o.s.v. Derfor spiller Koloniernes Udseende sammen med Karakterer hentede fra fysiologiske og biologiske Forhold en meget vigtig Rolle ved Adskillelsen af de enkelte Arter, og da navnlig naar det drejer sig om at skelne mellem visse bestemte, som i et givet Tilfælde kan være til Stede (Diagnose af bakterielle Sygdomme o. s. v.).

Om Bakteriekoloniernes Udseende og øvrige Forhold henvises dels til Omtalen af de enkelte Arter i den specielle Del, dels til de bakteriologiske Billedværker[2].

§ 7. Morfologiske Variationer, Involutionsformer. Pleomorfi.

Mange, vel de fleste, Bakterier er som andre Organismer underkastede mere eller mindre betydelige morfologiske Variationer. Om største Delen af disse gælder det, at man ikke nøje kender eller har studeret Aarsagerne til deres Tilsynekomst, men har indskrænket sig til at omtale og beskrive dem som mere tilfældige Fænomener. Ganske naturligt traadte disse Spørgsmaal i Baggrunden for de i praktisk Henseende ulige vigtigere: Variationer i Gæringsevnen hos de zymogene og i Virulensen hos de patogene Bakterier, der siden Pasteurs grundlæggende Arbejde om Afsvækning

[1] Om de forskellige Kulturmetoder henvises til *Salomonsen: Bakteriologisk Teknik*, 3. Udg., 1894.

[2] Saaledes t. Eks. *Lehmann & Neumann: Atlas und Grundriss der Bakteriologie, Teil I, Atlas*, 1896.

af *Hønsekoleraens* og *Miltbrandens* patogene Egenskaber (gennem Dyrkning ved højere Temperaturer eller tillige rigelig Ilttilførsel) har været studerede med Iver og Udbytte saavel i praktisk som i videnskabelig Henseende.

Det er saaledes endnu blot for ganske enkelte Bakteriers Vedkommende, at man er i Stand til nøje at angive Aar-

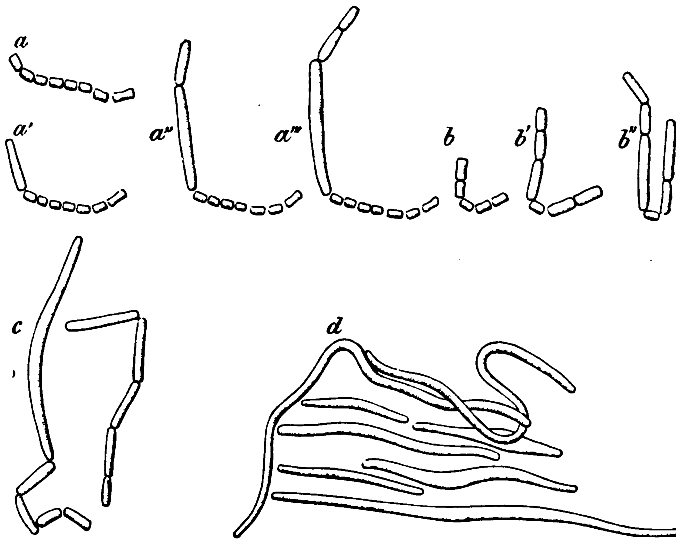


Fig. 83. *Bacterium Pasteurianum* E. Chr. Hansen, en *Eddikesyrebakterie*. Kædeformens Omdannelse til Traadformen ved ca. 40.5°. *a* og *b* viser Artens normale Udseende ved Forsøgets Begyndelse (korte Stave i Kædeform). *a* er en Kæde paa 8 Led, *a'* samme efter 6, *a''* efter 10, *a'''* efter 20 Timer. *b* er en Kæde paa 5 Led, *b'* efter 5, *b''* efter 9 Timer. *c* viser Udviklingen efter 10, *d* efter 21 Timer. 1000/1. (Efter E. Chr. Hansen).

sagerne og Betingelserne for Formvariationerne, og almengyldige Sætninger herfor kan endnu ikke opstilles.

Af denne Grund skal vi her væsentlig indskrænke os til at omtale Forholdet i det bedst undersøgte Enkelttilfælde, nemlig hos visse Eddikesyrebakterier *(Bacterium aceti, Pasteurianum* og *Kützingianum)*, hvis ejendommelige og vidtgaaende Formforandringer er nøje kendte ved E. Chr. Hansens Undersøgelser herover.

Under normale Forhold (gunstig Næringsbund og Temperatur) optræder de nævnte tre Eddikesyrebakterier som korte (2—3 μ lange), stavformede Celler, der oftest er

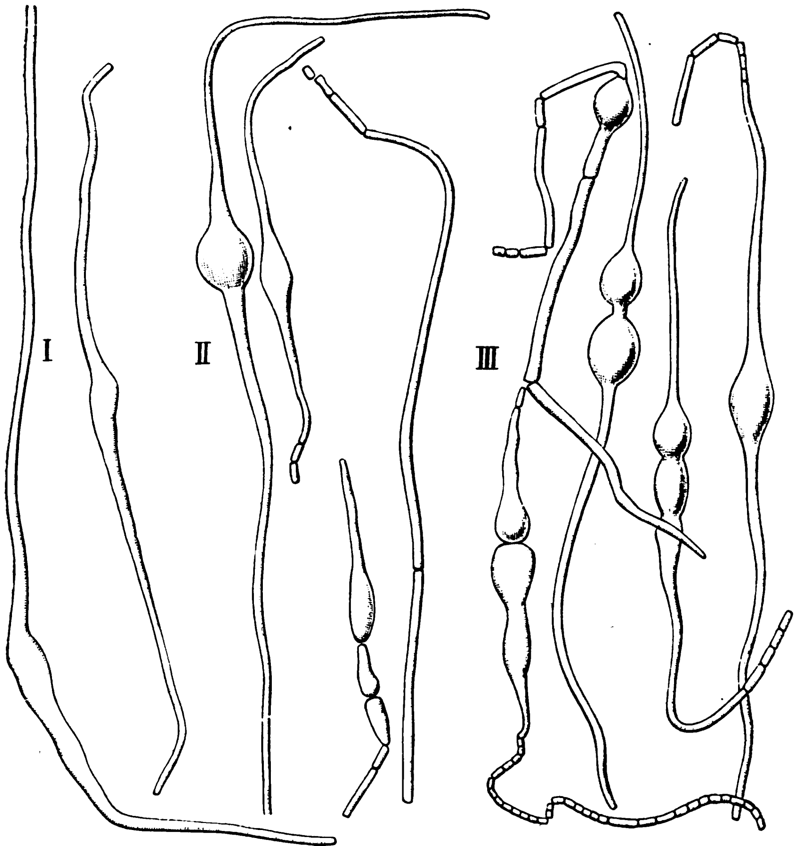


Fig. 84. *Bacterium Pasteurianum* E. Chr. Hansen, en *Eddikesyrebakterie.* Traadformens Omdannelse til de opsvulmede Former og Kæder ved ca. 34°. *I* viser Udviklingen efter 4, *II* efter 5, *III* efter 7 Timers Forløb. 1000/1. (Efter E. Chr. Hansen).

ordnede i Kæder. I øvrigt er der efter Arterne enkelte mindre Forskelligheder, der dog er uden Betydning i denne Sammenhæng. Kædeformen, som maa anses for Arternes normale, bevarer de, naar de dyrkes i et gunstigt Substrat

(t. Eks. Dobbeltøl) og ved en Temperatur af 34⁰ (Optimumstemperaturen).

Overføres de derimod til en Temperatur af 40—40.5 ⁰, sker der væsentlige Forandringer i Cellernes Udseende, idet de korte Stave snart begynder at strække sig, ofte samtidig med at de deles. Efter kortere eller længere Tids Forløb er Strækningerne ført saa vidt, at Cellerne har Form af lange Traade (indtil flere Hundrede μ lange): Af Kædeformen er fremgaaet Traadformen.

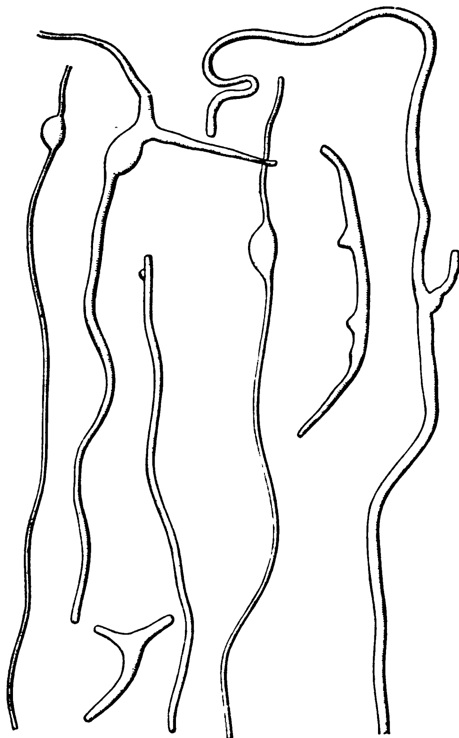


Fig. 85. *Bacterium aceti* (Kützing) Zopf, en *Eddikesyrebakterie*.
Usædvanlige, til dels grenede Former fra flere Døgns Kultur ved 39—41⁰. $^{1000}/_{1}$. (Efter E. Chr. Hansen).

Anbringes Traadvegetationerne nu igen ved 34⁰, forandres Billedet atter. De lange Traade tiltager baade i Længde og Tykkelse og svulmer paa flere eller færre Steder knudeformet op. De opsvulmede Partier kan have meget forskellige og ofte højst ejendommelige Former (lige fra jævnt tenformede til pæreformede og ovale), og undertiden, dog sjældnere, forgrenes Traadene paa forskellig Vis (iagttaget hos B. aceti, Fig. 85). Fortsættes Dyrkningen ved den lavere gunstige Temperatur, omdannes de opsvulmede Traade efterhaanden til den Form, fra hvilken vi gik ud, nemlig Kædeformen, idet Traadene deler sig i korte, stavformede Celler: Traadformen er med de

uregelmæssigt opsvulmede Former som Mellemled ført tilbage til Kædeformen.

I det skildrede Tilfælde ser man altsaa klart dels Formforandringernes Forløb hos disse Bakterier, dels de formgivende Faktorer, nemlig Temperaturerne 34° og 40—40.5°, og man er herefter i Stand til paa ethvert Tidspunkt at fremkalde, hvilken af Formerne, man ønsker.

Foruden Temperaturen er ogsaa enkelte andre formgivende Faktorer studerede; saaledes vides det, at Tilstedeværelsen af visse bestemte kemiske Stoffer (Vinsyre, Karbolsyre, Salicylsyre, Naftol o. s. v.) kan foraarsage betydelige Ændringer af Bakteriernes normale Form (Wasserzug, Charrin o. a.), og endelig synes en Kombination af flere Faktorer undertiden at være særlig virksom. Som nævnt foreligger der dog endnu altfor faa nøjagtige Undersøgelser over disse Forhold til, at videre rækkende Slutninger kan drages.

Ligesom Bakteriernes Former lader sig paavirke af bestemte ydre Faktorer, er dette ogsaa Tilfældet med Dannelsen af Sporerne, og, saa vidt vides, er de samme ydre Faktorer ogsaa virksomme her, nemlig dels forskellige kemiske Stoffer (Antiseptika o. s. v.), dels høje Temperaturer. Saaledes har det vist sig, at Tilsætning af saavel Kaliumbichromat som Karbolsyre til Bouillonkulturer af *Miltbrand* efter kortere eller længere Tids Forløb bevirker, at Evnen til at danne Sporer formindskes og til sidst gaar ganske tabt, saa at Bakterierne ikke ved de gunstigste prøvede Betingelser atter kan bringes til Sporedannelse (Roux og Chamberland).

Ogsaa længere Tids Indvirkning af højere Temperaturer (ca. 42°) er i Stand til at fratage Miltbrandsbakterien Evnen til at danne Sporer (Phisalix). I alt Fald lykkedes det ved intet kendt Middel at føre den saaledes dannede asporogene Form tilbage til den sporedannende. Dog bør det fremhæves, at disse Forsøg ligesom andre lignende kun har strakt sig over saa korte Tidsrum, at det derved endnu ikke med Sikkerhed tør betragtes som fastslaaet, om den erhvervede Asporogenitet virkelig er varig eller blot skyldes en forbigaaende almindelig Afsvækkelse.

Involutionsformer.

Ved Bakteriernes Involutionsformer forstaas de ejendommelige, ofte højst uregelmæssige og lidet konstante

Former, hvormed mange Arter undertiden optræder og som afviger meget fra det normale Udseende. De viser sig fortrinsvis i kunstige Kulturer og navnlig i saadanne ældre, hvor Bakterierne trives slet, men i øvrigt vil man i næsten enhver Kultur mellem dens talløse Individer kunne finde enkelte, hvis Former mere eller mindre fjærner sig fra Artens normale og nærmer sig til de udprægede Involutionsformer.

Involutionsformerne er som nævnt lidet konstante samt hyppigst ganske uregelmæssige og barokke; ejendommelige og ofte optrædende Træk er dog Cellernes mere eller mindre udtalte Opsvulmninger og Forgreninger.

Om Involutionsformernes mulige Betydning eller Rolle



Fig. 86. *Bacterium diphtheriae* (Löffler), *Difteri.* Uregelmæssigt opsvulmede og forgrenede Former. Ca. $^{200}/_{1}$. (Efter Mikrofotografi af Bernheim og Folger).

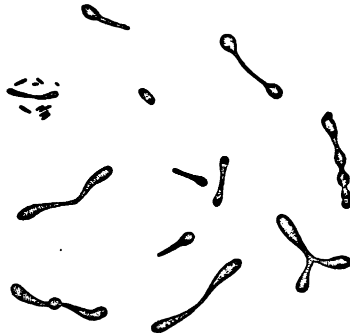


Fig. 87. *Bacterium tuberculosis* (R. Koch), *Tuberkulose.* Involutionsformer (Kæmpeformer, opsvulmede og forgrenede Former) fra en to Maaneder gammel Kultur i Glycerinbouillon ved 37°. Ca. $^{500}/_{1}$. (Efter Straus).

vides intet sikkert; i Reglen synes de dog at maatte betragtes som patologiske Tilstande, Degenerations- eller endog Dødsfænomener[1], hvis Aarsager maa søges i ugunstige ydre Forhold af rimeligvis meget forskelligartet Natur (daarlige Ernæringsforhold, Ophobning af Bakteriernes

[1] At denne Forklaring dog ikke er almengyldig, ses af E. Chr. Hansens ovenfor omtalte eksperimentelle Undersøgelser over Eddikesyrebakteriernes Formforandringer, hvor det vistes, at de opsvulmede Involutionsformer her netop optræder, naar Cellerne forbereder sig til at indtræde i livlige Delinger. I det hele taget tør det anses for sandsynligt, at meget i Virkeligheden uensartet og usammenhørende er blevet henført til Involutionsformerne.

egne skadelige Stofskifteprodukter, ugunstige Temperaturer, Gifte, o. s. v. o. s. v.).

Dersom Involutionen kun har naaet en vis mindre Grad, lader den sig undertiden redressere, naar vedkommende Bakterier føres tilbage til de gunstigste Livsbetingelser[1], men dette er ikke længere muligt med de fuldstændigt uddannede Involutionsformer, hvor Cellerne efterhaanden dør og falder hen.

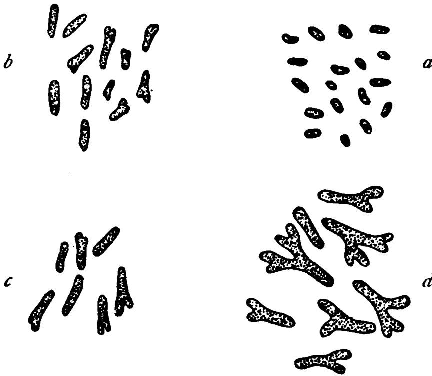


Fig. 88. *Bacillus radicicola* Beyerinck, en Knoldbakterie fra Vikkens Rodknolde. Man ser Udviklingen af de stavformede Bakterier *(a)* til forgrenede Involutionsformer (Bakteroïder) i *b*, *c* og *d*. $^{700}/_{1}$. (Efter Beyerinck).

Tilbøjeligheden til at danne Involutionsformer er hos de forskellige Bakterier meget uligestor, idet nogle yderst let, andre kun vanskeligere bringes til Involution. Det første gælder navnlig flere patogene Bakterier, naar de udenfor deres Værters Legemer dyrkes paa kunstigt Substrat, d. v. s. fra parasitisk Levevis tvinges til saprofytisk og saaledes ikke længere finder de til Arternes Krav nøje svarende ydre Kaar. Af vigtigere Bakterier, som danner udprægede Involutionsformer, kan her eksempelvis nævnes *Kolera* (uregelmæssigt opsvulmede eller kølleformede, undertiden forgrenede Celler samt større eller mindre kugleformede Dannelser, Fig. 89 III og IV), *Miltbrand* (opsvulmede, pære- eller kugleformede Led, som især dannes i Kulturer paa Kartofler), *Difteri* (Kolbeformer, undertiden forgrenede, Fig. 86), *Tuberkulose* (Kæmpe- og Dværgformer, uregelmæssigt opsvulmede og forgrenede Former, Fig. 87) o. fl. a.[2].

[1] Jfr. Rekonstruktionen af Virulensen og Gæringsevnen hos svækkede Laboratoriekulturer.

[2] Tilstedeværelsen af de forgrenede, ofte opsvulmede Former hos *Difteri* og *Tuberkulose* anses af nogle som Bevis for, at disse i Virkeligheden ikke

I øvrigt kendes Involutionsformer ogsaa hos et stort Antal Arter udenfor de patogene Bakterier (flere af de saakaldte *fosforescerende* Bakterier, *Eddikesyrebakterier*, se ovenfor, *Bacillus subtilis*. *Megatherium*, *prodigiosus* o. s. v. o. s. v.).

Som et ejendommeligt Tilfælde af Involution kan endelig nævnes Dannelsen af saakaldte Bakteroïder hos de kvælstofbindende Bakterier, der normalt findes i Rodknoldene hos ærteblomstrede og enkelte andre Planter. Af de i Fig. 88 afbildede Udviklingstrin ser man, hvorledes Bakteriernes sædvanlige stavformede Celler efterhaanden omdannes til forgrenede Involutionsformer (Bakteroïder)[1].

Pleomorfi.

Ved pleomorfe eller mangeformede Bakterier har man forstaaet saadanne, som gennem hele deres Liv ikke er bundne til een og samme Form, men efter Omstændighederne formaar at iklæde sig flere, undertiden vidt forskellige Skikkelser. Spørgsmaalet om, hvorvidt der virkelig eksisterer saadanne pleomorfe Arter, har været meget omstridt og er i Tidens Løb blevet besvaret paa forskellig Vis, af nogle bekræftende, af andre benægtende, hvad der delvis staar i Forbindelse med, at man ikke stedse har tillagt Ordet Pleomorfi den samme Betydning.

Nogen egentlig Pleomorfi[2] som den, vi træffer hos flere Svampe (særlig udpræget hos Rustsvampene), og

er Bakterier, men snarere beslægtede med de ægte myceliedannende Svampe, og deres sædvanlige, bakterielignende Former opfattes da blot som ufuldstændige Udviklingsled af saadanne Svampe. Endvidere har man paa Grund af Forgreningerne henført dem sammen med andre patogene Arter (Aktinomykose, Pseudotuberkulose, Farcin du boeuf o. a.) til de saakaldte Streptotricheer eller Oosporeer, en ejendommelig, men utilstrækkelig kendt Gruppe af forgrenede Organismer. Hvorvidt disse Betragtninger vil holde Stik, kan for Øjeblikket ikke afgøres; indtil videre stilles de to nævnte Arters forgrenede Former dog bedst blandt Involutionsformerne, især da de fortrinsvis eller alene synes at dannes i kunstige Kulturer og ikke i den levende Organisme.

[1] Om de nærmere Omstændigheder ved Bakteroïdernes Dannelse henvises til den fysiologiske Del.

[2] Nærmere om Pleomorfi se: *Warming: Den almindelige Botanik*, 3. Udg., 1895, p. 499.

som er ejendommelig, ved at flere ganske forskellige, morfologisk velkarakteriserede og jævnbyrdige Udviklingskredse hos den samme Art gennemløbes under dens normale Liv, kendes hidtil ikke med Sikkerhed hos Bakterierne. Naar man saaledes tidligere, især blandt de store traadformede Bakterier af Gruppen Trichobacterinae,

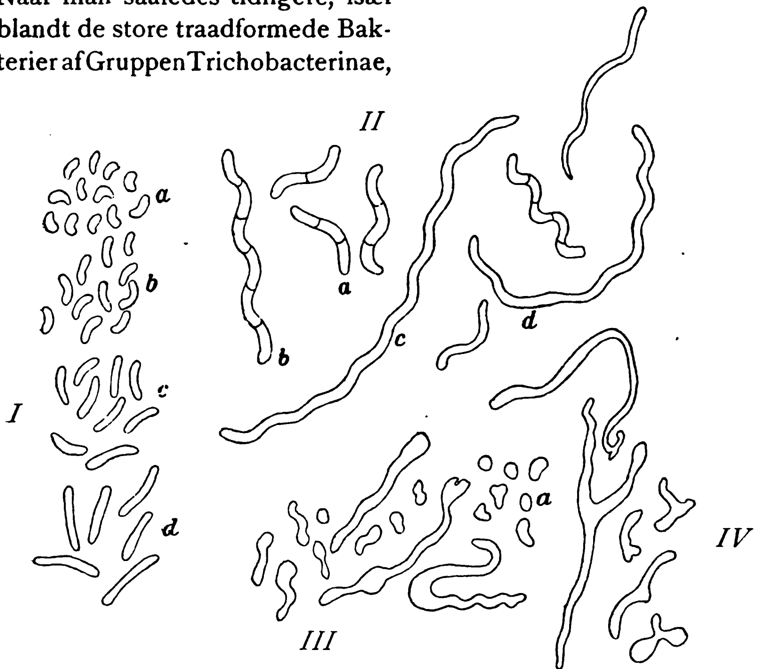


Fig. 89. *Microspira Comma* (R. Koch), *Asiatisk Kolera.*
Viser Artens Variabilitetskreds. *I* enkelte Celler af forskellig Form; *II* skrueformede Celleforbindelser; *III* ugrenede, *IV* grenede Involutionsformer. Ca. $^{1500}/_{1}$. (Efter Migula).

har ment at finde saadanne mangeformede Arter, er det ved senere Undersøgelser vist, at Angivelserne herom enten er urigtige eller dog utilstrækkeligt begrundede, idet man ikke har arbejdet med fyldestgørende Undersøgelsesmetoder (rene Kulturer).

Imidlertid er det jo, som nævnt i det foregaaende, utvivlsomt, at flere Bakteriearter er meget formvariable, idet deres normale Former ofte i høj Grad lader sig paavirke af de ydre Omgivelser, hvorunder Bakterierne befinder sig. Saadanne Arter,

paa hvilke den i Fig. 89 afbildede *Kolera* er et typisk og ofte omtalt Eksempel, har man derfor ogsaa benævnt pleomorfe, skønt dog med Urette, da Forholdet her, som vi skal se, intet har at gøre med virkelig Pleomorfi.

Ved Betragtning af Fig. 89 vil man finde, at Kolerabakterien foruden i sin sædvanlige Skikkelse, korte og krumme Stave (Kommaformen, I a og b) ogsaa kan optræde som længere, næsten rette Stave (I c og d), lange skrueformede Celleforbindelser (II), korte til Kugleformen grænsende Celler (III a) og endelig som ganske uregelmæssige, opsvulmede og forgrenede Involutionsformer (III, IV). Alle disse Former tilsammentagne udgør, hvad man har kaldt Artens Variabilitetskreds[1]. Forekomsten af baade skrue-, stav- og kugleformede Celler indenfor samme Arts Variabilitetskreds har da givet Anledning til, at man har tilskrevet den Pleomorfi, og saadanne Paastande findes oftere udtalte, som at en Skruebakterie under sin Udvikling skal kunne omdanne sig til en Stavbakterie, en Stavbakterie til en Kuglebakterie o. s. v. o. s. v. At flere Bakteriearter ligesom Kolera har en vid Variabilitetskreds, der indeslutter mange Former (maaske endog saadanne, der nærmer sig til alle Bakteriecellens tre Hovedformer), er imidlertid ikke ensbetydende med, at de er pleomorfe, thi de optrædende Former har en meget ulige stor morfologisk Værdi. Blandt Variabilitetskredsens mange Former vil man saaledes kunne paapege een enkelt som den typiske, hvorom Variationerne grupperer sig, og som fortrinsvis er til Stede, naar Individerne befinder sig under de gunstigste (naturligste) ydre Kaar. Denne Form maa derfor betegnes som den normale, ved hvilken Arten er repræsenteret, medens de øvrige mere eller mindre afvigende kun har anden Rangs morfologisk Betydning. Og skønt det modsatte hyppigt har været paastaaet, er der endnu ikke leveret et fyldestgørende Bevis for, at nogen Bakterieart i Løbet af dens normale, typiske Udvikling iklæder sig flere end een af Bakteriecellens Hovedformer, saa at den med Rette kan siges at være pleomorf.

Som Hovedresultat af det nævnte maa altsaa siges, at en virkelig Pleomorfi endnu ikke kendes hos Bakterierne,

[1] Fra en Arts Variabilitetskreds bør skelnes dens Udviklingskreds, hvormed menes Summen af de Former, som gennemløbes under Individernes normale Udviklingsgang, hos de sporedannende Arter saaledes fra Spore til Spore (jfr. Fig. 60, hvor en Del af *Bacillus subtilis'* Udviklingskreds er fremstillet). Disse to Begreber er oftere forvekslede med hinanden, hvad der yderligere har bidraget til at forvirre Spørgsmaalet om Bakteriernes Pleomorfi.

hverken hos de store Traadbakterier eller hos de smaa, egentlige Bakterier (Bakterierne i snævrere Forstand). At flere Arters Former er meget variable, er derimod et andet Forhold, som intet har med Pleomorfi at gøre, og hvorved Bakterierne i øvrigt ikke afviger fra mange andre, baade lavere og højere Organismer, for hvilke Ordet Pleomorfi ingensinde er anvendt.

§ 8. Bakteriernes Slægtskabsforhold (Bakteriesystemet).

Som tidligere omtalt er Bakterierne de lavest staaende, d. v. s. de i morfologisk Henseende mindst differentierede af alle levende Organismer. Det vil heraf forstaas, at Opstillelsen af et naturligt, paa virkeligt Slægtskab mellem Arterne begrundet System, nødvendigvis maa møde større Vanskeligheder her end andetsteds, idet Bygningsforholdene er saa yderst simple og ensartede hos Bakterierne, at det kommer til at skorte paa Karakterer, der dels kan tjene til Adskillelse af de enkelte Arter, dels give Udtryk for Slægtskabsforhold mellem dem. Medens vi fra de højere Organismers Systematik er vante til saa godt som udelukkende at anvende morfologiske og udviklingshistoriske Karakterer, er dette derfor ikke længere muligt for Bakteriernes Vedkommende; vi maa her tværtimod tage Hensyn til alle de Egenskaber, som vi er i Stand til at erkende hos Arterne, saavel morfologiske og udviklingshistoriske som fysiologiske, og mange Arter er just langt bedre karakteriserede ved deres fysiologiske end ved deres morfologiske Forhold (specifike Sygdoms- og Gæringsvækkere, farvestofdannende Bakterier, fosforescerende Bakterier, o. s. v. o. s. v.[1]). Vor Begrundelse af Artsbegrebet er derfor i Bakteriologien ikke stedse den samme som ved de højere Organismer; thi medens vi hos disse regner med morfologiske Arter, er Bakteriearterne for en stor Del fysiologiske Arter.

Som en almindelig Regel kan det udsiges, at større Slægtskabsomraader (Familier og Slægter) hos Bakterierne, som andetsteds, maa afgrænses ved morfologiske og udviklingshistoriske Karakterer, medens Arterne,

[1] Herom henvises til den fysiologiske Del.

som vi regner for de systematiske Enheder, i Reglen bedst lader sig bestemme ved deres fysiologiske Forhold.

I det nærmest følgende skal der gives en kort Oversigt over, hvorledes man har forsøgt at gruppere Bakterierne i Familier og Slægter ved at benytte sig af deres vigtigste morfologiske og udviklingshistoriske Forhold; om Adskillelsen af de enkelte Arter henvises til den specielle Del.

I. **Haplobacterinae,** Egentlige Bakterier, Bakterier i snævrere Forstand.

Individerne encellede, kugle-, stav- eller skrueformede, enkeltvis eller forbundne til Kæder og andre Vækstformer. Endosporedannelse hos flere Arter.

1. Familie **Coccaceae,** Kuglebakterier.

Cellerne i fri Tilstand kuglerunde. Celledelingerne foregaar efter 1, 2 eller 3 Rumretninger. Før Delingen strækker de kugleformede Celler sig ikke, men spaltes i to Halvkugler.

A. Cellerne uden Cilier.
- a. Celledelinger efter 1 Rumretning . . . **Streptococcus.**
- b. Celledelinger efter 2 Rumretninger . . **Micrococcus.**
- c. Celledelinger efter 3 Rumretninger . . **Sarcina.**

B. Cellerne med Cilier.
- a. Celledelinger efter 1 Rumretning . . . **Planococcus.**
- b. Celledelinger efter 2 Rumretninger . . **Planosarcina.**

2. Familie **Bacteriaceae,** Stavbakterier.

Cellerne cylindriske, kortere eller længere stavformede, rette. Celledelingerne foregaar kun efter 1 Rumretning. Før Delingen strækker Cellerne sig i en Retning lodret paa den senere dannede Skillevæg. Endosporedannelse hos flere Arter.

A. Cellerne uden Cilier . . . . **Bacterium.**

B. Cellerne med Cilier.
- a. Cilierne diffuse . . . . **Bacillus.**
- b. Cilierne polare . . . . **Pseudomonas.**

3. Familie **Spirillaceae**, Skruebakterier.

Cellerne cylindriske, krumme (Dele af en Skrue). Celledelingerne foregaar kun efter 1 Rumretning. Før Delingen strækker Cellerne sig i en Retning lodret paa den senere dannede Skillevæg.

A. Cellerne stive.
- a. Cellerne monotriche . . . . **Microspira.**
- b. Cellerne lophotriche . . . . **Spirillum.**

B. Cellerne fleksile. . . . . **Spirochaete.**

II. **Trichobacterinae,** Traadbakterier, højere staaende Bakterier.

Individerne flercellede, enkelte eller forgrenede Traade. Gonidiedannelse hos de fleste. Endosporedannelse mangler.

1. Familie **Chlamydobacteriaceae**, Skedebakterier.

Traadene ubevægelige, stive, indesluttede i Geléskeder. Gonidiedannelse forekommer.

A. Traadene ugrenede.
- a. Celledelingerne foregaar stedse kun efter 1 Rumretning.
  - α. Cellerne uden Svovlkorn. . . . . . . **Streptothrix.**
  - β. Cellerne med Svovlkorn . . . . **Thiothrix.**
- b. Celledelingerne foregaar før Gonidiernes Dannelse efter alle 3 Rumretninger . . **Crenothrix.**

B. Traadene grenede . . . . **Cladothrix.**

2. Familie **Beggiatoaceae.**

Traadene bøjelige, uden Geléskede. Gonidiedannelse mangler. Cellerne med Svovlkorn . . . . **Beggiatoa.**

Om Bakteriernes Slægtskab med andre Organismer vides kun lidet[1]. Saa meget synes dog sikkert, at i alt Fald flere af de højere staaende Bakterier (af Gruppen Trichobacterinae) er beslægtede med de laveste Alger (de blaagrønne Alger, Cyanofyceerne), som hvis farveløse Parallelformer de, trods enkelte Uoverensstemmelser i den indre Bygning, maa betragtes (jfr. saaledes Figg. 90 og 50 samt 91 og 13).

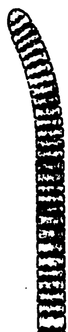


Fig. 90. *Oscillatoria tenuis* Agardh, en **blaagrøn Alge.** Jfr. Fig. 50. $^{505}/_{1}$. (Efter Gomont).

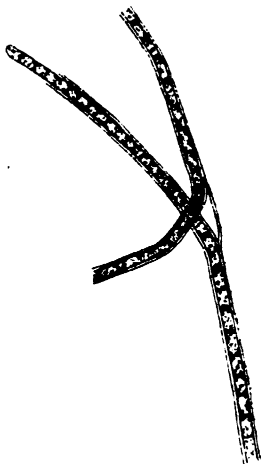


Fig. 91. *Plectonema Nostocorum* Bornet, en **blaagrøn Alge.** Jfr. Fig. 13. $^{850}/_{1}$. (Efter Gomont).

Derimod er det yderst tvivlsomt, hvor man skal søge de egentlige Bakteriers (Gruppen Haplobacterinae's) nærmest beslægtede. Man har formodet Slægtskab med saa forskellige Grupper af Organismer, som henholdsvis de blaagrønne Alger, Flagellaterne og visse Svampe (saaledes særlig Gærsvampene), men just dette er bedst skikket til at vise Spørgsmaalets usikre og hypotetiske Natur.

[1] Det skal her fremhæves, at Bakterierne i det Omfang, man sædvanlig giver denne Gruppe, i Virkeligheden ikke synes at være nogen ensartet systematisk Afdeling. Saaledes er de to Hovedgrupper Haplobacterinae og Trichobacterinae vist ikke nærbeslægtede, og flere af den sidstes Former henføres egentlig kun til Bakterierne, fordi man savner et bedre Sted at anbringe dem.

og i Virkeligheden synes Bakterierne at afvige fra alle disse Organismer i saa væsentlige Forhold, at nært Slægtskab med nogen af dem næppe kan formodes. Vort nuværende Standpunkt vil derfor bedst finde sit Udtryk, ved at Bakterierne opfattes som en egen Gruppe af Mikroorganismerne, blandt hvilke de paa Grund af deres Bygnings ringe Differentiation maa finde den laveste Plads.

Der kan her kun gives en kort Redegørelse for de Ligheds-punkter, man har ment at konstatere mellem Bakterierne og andre Organismer, samtidig med at de adskillende Forhold fremhæves.

1. De blaagrønne Alger, Cyanofyceerne.

Hos de blaagrønne Alger genfindes de samme ydre Celleformer som hos Bakterierne, baade Kugle-, Stav- og Skrueformen. Endvidere er der Overensstemmelse i den Maade, hvorpaa de enkelte Celler forbindes og grupperes; saaledes er alle de p. 5—13 beskrevne Vækstformer repræsenterede hos de blaagrønne Alger. Celledelingerne synes at foregaa paa samme Maade i bægge Grupper, og hos saadanne blaagrønne Alger, hvor de enkelte Celler fører et selvstændigt Liv, spaltes Væggene efter Delingen ligesom hos Bakterierne (heraf Navnet Schizophytae, Spaltningsplanter, som en Fællesbenævnelse for blaagrønne Alger og Bakterier). Ofte er Cellerne indlejrede i geléagtige Zoogløamasser (se Fig. 92), et Forhold, der dog ogsaa kendes hos flere andre lavere Planter. I Cellernes indre Bygning er der den negative Overensstemmelse, at Cellekerner, saa vidt vides, mangler.

Lige overfor de anførte Ligheder, som dog blot er af rent ydre Natur, staar flere væsentlige Forskelligheder. Den hos Bakterierne almindeligt udbredte Endosporedannelse mangler saaledes ganske hos de blaagrønne Alger, hvis Sporer er typiske Arthrosporer (se p. 49—50). Et meget vigtigt adskillende Forhold er ogsaa de blaagrønne Algers gennem hele Livet vedvarende Ubevægelighed[1]; thi Cilier fattes her ganske, medens de hos Bakterierne jo forekommer meget almindeligt. I Cellernes indre Bygning synes der at være betydelig Forskel mellem de to Grupper, thi, skønt typiske Kerner synes at mangle hos

[1] Fra de p. 35—36 omtalte oscillerende Bevægelser, som intet har at gøre med de egentlige Bakteriers ved Cilier bevirkede Svømmebevægelser, ses her bort.

bægge, er Celleindholdet dog allerede mere differentieret hos de blaagrønne Alger end hos Bakterierne, ved at det er sondret i en farvestofførende ydre Del (Kromatofor) og en farve-

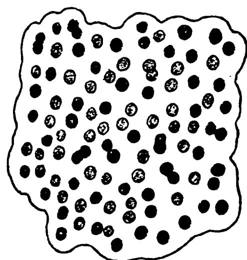


Fig. 92. *Aphanocapsa Castagnei* (Kützing) Rabenhorst, en **blaagrøn Alge.** Man ser Omridset af den Gelémasse, hvori Cellerne er indlejrede. $^{575}/_{1}$. (Efter Kirchner).

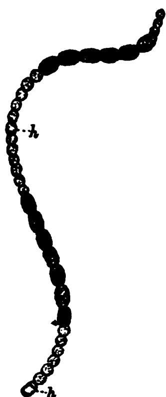


Fig. 93. *Anabaena variabilis* Kützing, en **blaagrøn Alge.** Mellem de mindre vegetative Celler er der indskudt rækkestillede Hvilesporer (Arthrosporer) samt Heterocyster (h). (Se p. 49—50). $^{450}/_{1}$. (Efter Hansgirg).

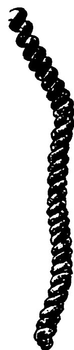


Fig. 94. *Spirulina subsalsa* Ørsted, en **blaagrøn Alge.** $^{800}/_{1}$. (Efter Gomont).

løs Centraldel (det saakaldte Centrallegeme). En lignende Adskillelse mangler hos alle Bakterier, ogsaa hos de ægte kromofore Bakterier (se p. 37), hvor det i Cellen indeholdte Farvestof jævnt gennemtrænger hele Indholdet.

2. Flagellaterne.

Man har undertiden ment at finde Slægtskab mellem Bakterierne og visse lavere Flagellater, af hvilke en Art er afbildet i Fig. 95. Ved Betragtning af denne vil det ses, at der fra Cellens ene Pol udspringer to Cilier ligesom hos flere Bakterier. Hos andre Flagellater er Ciliernes Antal et andet (1, 4 o. s. v.), men dog stedse konstant hos samme Art. Et andet Lighedspunkt, der oftere er fremdraget som Bevis paa Slægtskab mellem Bakterier og Flagellater, finder vi i Dannelsen af de saakaldte Endocyster, en Art Hvilesporer, der formenes at svare til Bakteriernes Endosporer. Endocystdannelsen, der hidtil dog kun

kendes hos ganske faa Arter, foregaar, saa vidt vides, derved at en større Del af Cellens Indhold trækker sig sammen og omgiver sig med en ny Væg (Fig. 96). Senere frigøres de saaledes dannede Endocyster, ved at Modercellens Væg og det til Endocystdannelsen ubrugte Plasma opløses, altsaa paa lignende Maade som Bakteriernes Hvilesporer.

Ser vi paa Forskellighederne mellem Flagellater og Bakterier, vil vi finde, at de er af væsentlig Art. Saaledes har Flagellaterne

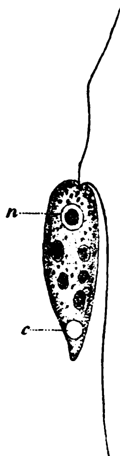


Fig. 95. *Dimorpha radiata* Klebs, en **Flagellat.**
n Cellekernen, *c* den kontraktile Vakuole. Fra Cellens Forende udspringer to Cilier, hvoraf den ene er fremad-, den anden tilbagerettet. 1400/1. (Efter Klebs).



Fig. 96. *Mallomonas Ploesslii* Perty, en **Flagellat.**
Individ med en kugleformet Endocyst (Hvilespore). 1000/1. (Efter Klebs).

en langt mere differentieret Cellebygning, idet Protoplasmaet her indeholder typiske Kerner og kontraktile (pulserende) Vakuoler, bægge Dele Forhold, der ikke kendes hos nogen Bakterie. Forøvrigt er det ogsaa tvivlsomt, om Flagellaternes Cilier lader sig identificere med Bakteriernes; i alt Fald er deres Bygning hos enkelte Flagellater meget afvigende, idet de er besatte med tynde haarformede Grene. Endelig maa det bemærkes, at Flagellaternes Endocystdannelse endnu er altfor utilstrækkelig kendt til, at man af en formentlig Lighed tør slutte virkelig Identitet med Hvilesporerne hos Bakterierne.

3. Gærsvampene, Saccharomyceterne.

At Saccharomyceternes Sporer dannes paa lignende Maade som Bakteriernes (endogent) (Fig. 98), betragtes af nogle Forskere som Bevis paa Slægtskab mellem de to Grupper. Ganske vist er Sporernes Antal i hver Modercelle (ascus) sædvanlig større end hos Bakterierne, hvor der normalt kun dannes een; men undertiden synker det dog til 2 eller 1, og flere Bakterier

danner jo ogsaa undtagelsesvis 2 Sporer i hver Modercelle (p. 47—48, Figg. 64—65),

Udenfor Sporedannelsen findes hos Saccharomyceterne næppe

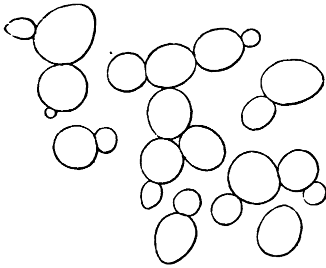


Fig. 97. *Saccharomyces cerevisiae I* E. Chr. Hansen, en **Ølgærsvamp**. Gruppe af knopskydende Celler fra Kulturer i Ølurt. 1000/1. (Efter E. Chr. Hansen).

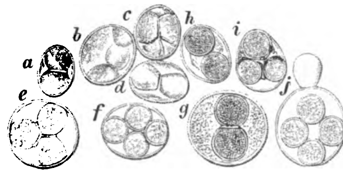


Fig. 98. *Saccharomyces cerevisiae I* E. Chr. Hansen, en **Ølgærsvamp**. Gruppe af sporedannende Celler. 1000/1. (Efter E. Chr. Hansen).

noget Forhold, som kunde vise hen til Slægtskab med Bakterierne, hverken i Bygningen af Cellerne, der synes at indeholde

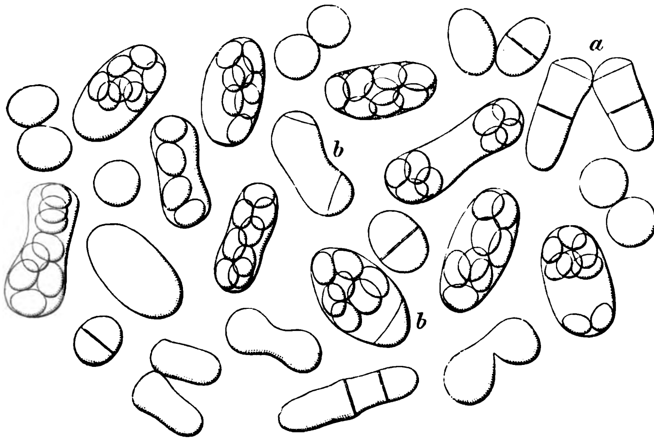


Fig. 99. *Schizosaccharomyces octosporus* Beyerinck. Individer i Celledeling og Sporedannelse fra Kultur paa Urtgelatine. 1000/1. (Efter H. Schiønning).

ægte Kerner, eller i Maaden, hvorpaa de formerer sig. Denne foregaar væsentlig ved Knopskydning (Fig. 97), idet der paa et eller flere Steder af Cellernes Væg danner sig nogle smaa

vorteformede Udposninger, som efterhaanden forstørres, samtidig med at de optager Plasma fra Modercellen. Til sidst opstaar der paa Forbindelsesstedet med denne en Skillevæg, som enten straks spaltes, hvorved Døtrecellerne frigøres, eller den kan forblive hel, saa at de nydannede Celler hænger sammen i kortere eller længere Kæder efter den Hastighed, hvormed Knopskydningen er foregaaet.

Vi har saaledes set, at Cellernes Formering her foregaar paa væsentlig anden Maade end hos Bakterierne, hvor den, som tidligere omtalt, indledes med Dannelsen af en Skillevæg, der senere spaltes. Det bør dog til sidst lige nævnes, at der hos Schizosaccharomyces, en ejendommelig, til Gærsvampene henregnet Slægt, forekommer Celledelinger af samme Art som Bakteriernes (Fig. 99). I denne Slægt har man derfor villet søge det forbindende Led mellem Bakterierne og de egentlige, typiske Saccharomyceter. Foreløbig synes en saadan Betragtning dog at være meget hypotetisk.

Nærværende Bog er beregnet at skulle være en Lærebog for dem, der begynder et grundigt Studium af Bakteriologien, idet den skal give **det naturvidenskabelige Grundlag**, paa hvilket dette Fag hviler. Den henvender sig i første Række til de unge naturhistoriske og medicinske Studerende ved Universitetet, dernæst til Landbohøjskolens, den polytekniske og farmaceutiske Anstalts Elever og Lærere ved Landbrugsskoler, Mejeriskoler og tekniske Skoler. For den alment interesserede Læser vil den give en sammenfattende Oversigt over Bakteriologiens vigtigste Resultater og Betydning i Natur- og Menneskelivet.

II. **Fysiologi**, af *Fr. Weis*. Udkommer i Løbet af 1899.
III. **Speciel Del** (Beskrivelse af de enkelte Bakteriearter), af *Johs. Schmidt*. Udkommer i Løbet af 1900.

Thieles Bogtrykkeri. København.

JOHS. SCHMIDT OG FR. WEIS

BAKTERIERNE

NATURHISTORISK GRUNDLAG
FOR DET BAKTERIOLOGISKE STUDIUM

II

FYSIOLOGI

UDBREDELSE, FOREKOMST OG BETYDNING

AF

FR. WEIS



KØBENHAVN
DET NORDISKE FORLAG
BOGFORLAGET ERNST BOJESEN
1900

INDHOLD

ANDET KAPITEL.

FYSIOLOGI.

Vi kender kun Livet som en Vekselvirkning mellem organiseret Stof og Verden uden om dette. Organisationen kan være mere eller mindre differentieret. Hos Bakterierne er den nu forholdsvis simpel, idet vi her har med encellede Væsener at gøre, af de Former, som er beskrevne i forrige Kapitel. Men indenfor denne enkelte Celle er Stoffets Struktur dog meget kompliceret og for Størstedelen ukendt for os. At Strukturen er indviklet, kan vi slutte af de utallige Maader, hvorpaa Bakteriecellen kan reagere paa Omverdenen ɔ: af dens forskelligartede og som oftest meget iøjnefaldende Livsytringer.

Ligesom disse Livsytringer er betingede af en bestemt Organisation hos Cellen, saaledes er de ogsaa afhængige af bestemte ydre Forhold. Bakterieorganismen stiller bestemte Krav til Omverdenen for at fungere. Kun indenfor bestemte kvantitative Grænser af visse Forhold kan Livsprocesserne overhovedet foregaa, og indenfor endnu snævrere Grænser forløber de normalt. Naaes de paagældende Grænser ikke nedenfra, eller overskrides de, vil Livsytringerne i første Tilfælde slet ikke komme i Stand, i sidste Tilfælde svækkes eller i en eller anden Henseende blive abnorme eller ophøre. Saaledes kræver Bakterierne visse Næringsstoffer, en vis Iltspænding, en vis Temperatur, i enkelte Tilfælde en vis Lysstyrke for at kunne føre deres Liv, fordi disse Faktorer ere nødvendige til at sætte Livsmaskineriet i Bevægelse og holde Bevægelsen vedlige. Findes en enkelt af dem i en utilstrækkelig Grad, kan Organismen ikke reagere paa de andre, og Livet gaar i Staa eller udslukkes. — Men selv om de Krav, Organismen

stiller, i og for sig opfyldes, kan der være en eller flere Omstændigheder, der træder hindrende i Vejen for Sammenspillet mellem Cellen og Omverdenen. Der kan være rigelig og passende Næring, en gunstig Temperatur og en passende Iltspænding til Stede, men er der saa tillige t. Eks. et eller andet Giftstof, der virker forstyrrende paa Cellens Organisation, kan den ikke udnytte de ellers gunstige ydre Forhold. Derfor kræver Livet tillige Fraværelsen af saadanne Forhold, der umuliggør Vekselvirkningen mellem den levende Celle og Omverdenen.

Ude i Naturen er det imidlertid sjældent, at en Organisme finder netop de Forhold, der i alle Henseender er de gunstigste for den. Dens Kaar er her ofte vanskelige, og paa mange Maader maa den lempe sig efter eller beskytte sig mod det, der har skadelig Indflydelse paa den. En Organismes Livsløb foregaar derfor ikke regelret, men varierer med de omgivende Faktorer. T. Eks., alle andre Forhold lige, foregaar en Bakteries Vækst og Formering med forskellig Hastighed ved forskellige Temperaturer indenfor de Grænser, hvor Vækst og Formering overhovedet kan foregaa, og Farvestofdannelse finder kun Sted indenfor endnu snævrere Grænser. Ja, under bestemte ydre Forhold kan der dannes helt nye Racer og Varieteter med baade morfologisk og fysiologisk forskellige Egenskaber fra Stamformen.

For at forstaa Bakteriernes Liv, maa vi derfor først og fremmest have nøje Kendskab til deres Organisation, deres Livskrav og de ydre Kaars hæmmende og modificerende Indflydelse paa deres Livsførelse. Dette bliver Bakteriologiens ABC, det naturvidenskabelige Grundlag, hvorpaa denne Videnskab hviler, der naturligvis igen har til Forudsætning visse botaniske, fysiske og kemiske Kundskaber. Først naar dette haves paa rede Haand, vil vi forstaa Bakteriernes Reaktioner paa Omverdenen, deres Livsytringer, og vi kan nu studere dem baade i Forhold til den livløse Natur, i hvilken de fremkalder saa mange iøjnefaldende og ofte teknisk vigtige Omdannelsesprocesser (Gæringer), og i Forhold til andre levende Væsener (Planter, Dyr og navnlig Mennesket) i hvilke de ofte fører en snyltende Tilværelse og ved Udskillelse af gift-

tige Stofskifteprodukter paafører Sygdom og Død. Herigennem føres vi dels over i den tekniske Kemi og Agrikulturkemien, dels over i Patologien d. v. s. i den mere specielle Bakteriologi. Disse Forhold vil derfor kun i al Korthed blive berørte i nærværende Fremstilling, idet vi desangaaende maa henvise til Haandbøger som Lafar: Technische Mykologie I Bd. 1897, Duclaux: Traité de microbiologie I—II—III. Bd. 1898—99—1900. Flügge: Die Mikroorganismen 3. Udg. 1896 og Sundberg: Mikroorganismerna 1897.

§ 1. Livskravene.

1. Bakteriernes Næringsstoffer.

I første Række blandt Bakteriernes Livsfornødenheder staar selvfølgelig en passende Næring, da Næringsoptagelsen har det dobbelte Formaal: 1) at skaffe Byggemateriale til Cellernes Vækst og Formering og 2) at skaffe den Energi til Veje, som medgaar til disse Processer og andre Funktioner, der direkte eller indirekte staar i Forbindelse med Livets Opretholdelse.

Ved Næringsstoffer i snævrere Forstand forstaaes de Grundstoffer, der er nødvendige for Organismens normale Livsførelse. Hermed falder ikke sammen de Stoffer, der kan findes ved en kemisk Analyse af selve Organismen, ti denne optager efter Omstændighederne ofte Stoffer, som den strængt taget kunde undvære. Derfor har de Analyser, der er gjorte af Bakteriekulturer (se p. 26), kun ringe Betydning for Besvarelsen af Spørgsmaalet om Bakteriernes Næringsbehov. Vil man have dette løst, maa man direkte spørge Bakterierne ved at dyrke dem i bestemte Næringsopløsninger og saa se, naar de trives og naar ikke.

Saadanne Forsøg er der gjort mange af (et vigtigt Led i den bakteriologiske Teknik), men kun de færreste af dem har givet bestemte Svar paa de mere specielle Spørgsmaal, dels fordi man i Almindelighed ikke har kendt sine Næringsopløsningers nøjagtige kemiske Sammensætning, dels fordi det ofte drejer sig om saa ringe Spor af et Stof, at det er

vanskeligt at paavise det ved de sædvanlige kemiske Reaktioner. Faktisk kan visse Bakterier leve (og trives) i flere Gange omdestilleret Vand uden Tilsætning af noget Næringsstof, og Opløsninger i destilleret Vand af et enkelt Stof (t. Eks. Sukker) synes ofte at være et fortrinligt Næringssubstrat. Paa Grundlag af slige Eksperimenter har man (Claudio Fermi) endogsaa paastaaet at have dyrket Mikroorganismer, der kun bestod af Kulstof, Ilt og Brint (uden Kvælstof!). Men der tør sikkert ikke lægges for stor Vægt paa den Slags Angivelser, da det med Nutidens Hjælpemidler er umuligt ved Destillation fuldstændig at rense Vand for alle Indblandinger, ligesom det altid ved Opbevaringen bliver forurenet ved at opløse minimale Mængder af de Karvægge, hvorimellem det opbevares, og ved Omhældningen optager de fine Partikler i Luftstøvet[1].

Efter alle de paalidelige Undersøgelser, de foreligger, synes det, som Bakterierne i Hovedsagen fordrer de samme Grundstoffer som alle andre levende Væsener (Dyr og Planter), nemlig Ilt, Brint, Kulstof, Kvælstof, Svovl, Fosfor, (Klor), (Natrium), Kalium, Kalcium, Magnium og Jærn. Klor og Natrium er vist i Reglen ikke just nødvendige, men sikkert ofte gavnlige; mange (patogene) Bakterier trives i hvert Fald ofte paafaldende godt ved (en ret rigelig) Tilsætning af Klornatrium til Næringsopløsningen. Muligvis kan Jærn undertiden undværes. — Men disse Spørgsmaal er af ovennævnte Grunde vanskelige at afgøre, hvor det kan dreje sig om saa minimale Mængder af Stoffer, at man praktisk slet ikke kan eftervise dem. Man behøver blot at erindre, at Jærn er nødvendig for de fleste Dyrs Ernæring, skønt det aldrig direkte tilsættes Fødemidlerne og kun i yderst ringe Mængder forekommer i disse.

Et andet Spørgsmaal bliver saa, i hvilke kemiske Forbindelser de nævnte Grundstoffer kan benyttes eller fordres,

[1] Almindelig destilleret Vand, saaledes som det anvendes i Laboratorierne, repræsenterer en Opløsning af forskellige Stoffer som Kulsyre, Kiselsyre, Ammoniakforbindelser, Metalsalte osv. af ca. 40,000 Liters Koncentration ɔ: 1 Grammolekule opløst i 40,000 Liter. Det indeholder i Reglen ogsaa mange Kim, optagne med Luftstøvet.

d. e., hvilke Næringsstoffer i videre Betydning der er nødvendige for Bakterierne. Og her synes der at herske de største individuelle Forskelligheder indenfor denne Gruppe. Nogle Arter er meget nøjsomme og trives i næsten al Slags Næring, medens andre kræver ganske bestemte Næringsstoffer. Ligesaa viser de forskellig Følsomhed overfor Næringens kemiske Reaktion og de forskellige Forbindelsers Koncentrationsforhold, saa det almindelige, der kan siges, ofte maa indskrænkes ved Undtagelser fra Reglen.

Hvad Substratets kemiske Reaktion angaar, indtager Bakterierne i Almindelighed en Særstilling overfor andre Planter. Disse, baade de højere og de fleste Svampe, navnlig Skimmelsvampene, fordrer nemlig enten neutral eller svagt sur Reaktion i deres Næringsopløsninger, og en ringe Mængde Alkali virker højst skadelig paa højere Planters Rødder. Bakterierne derimod, navnlig de patogene, ynder som Regel en svagt alkalisk eller dog neutral Reaktion og er yderst følsomme overfor ringe Mængder af Syrer (t. Eks. den sure Mavesaft!). Men der findes ogsaa typiske Undtagelser som Mælkesyre- og Eddikesyrebakterierne og andre, der netop ved deres Livsvirksomhed danner frie organiske Syrer. Medens de fleste Mælkesyrebakterier dog standser deres Virksomhed, inden der er dannet 0.2 % Syre, vokser Eddikesyrebakterierne først rigtig ved 1—2 % Syre. Men ved højere Syregrader danner de Involutionsformer (p. 66 ff.) og standser snart i Væksten.

Den Koncentration, hvori Næringsstofferne bydes, er en Faktor af overordentlig stor Betydning. Vi saa, at nogle Bakterier endogsaa kunde trives i selv det omhyggeligst destillerede Vand, og flere ellers stærke Giftstoffer som Karbolsyre kan ved stærk Fortynding tjene som Kulstofnæring. Paa den anden Side kan rigtignok t. Eks. Eddikesyrebakterier trives i indtil 14 % Alkohol, en Koncentration, der standser næsten alle andre Bakterier i deres Udvikling. Medens middelstærke Sukkeropløsninger (5—10 %) i Reglen er et fortræffeligt Næringssubstrat, kan stærke Koncentrationer (c. 50 %) være i høj Grad antiseptiske (Blodmelassens Holdbarhed beror tildels herpaa), og med Kogsaltopløsninger forholder det sig

paa lignende Maade (Saltlage). Skønt der altsaa saaledes ogsaa her er mange individuelle Forskelligheder, er de høje Koncentrationer dog i Reglen skadelige, selv af saadanne Stoffer, der maaske ellers er gode Næringsstoffer. Skadeligheden beror da ofte ikke paa i og for sig giftige Egenskaber, men paa at de høje Koncentrationer virker stærkt vandsugende og derved plasmolyserer Bakteriecellen og nedstemmer Livsvirksomheden (se pag. 15 ff.)

I det hele taget maa det erindres, at Næringsstofferne kun optages i opløst Form, og at Bakterierne hovedsagelig er Organismer, der forekommer i flydende Medier. (Hermed staar ogsaa deres store Vandindhold, c. 85 %, i Samklang.) Hvor Næringen derfor bydes dem i fast Form, maa de selv paa en eller anden Maade bringe den i Opløsning, og da tillige i saadanne Forbindelser, at den kan diffundere gennem Cellevæggen. Dette kan nemlig som bekendt ikke alle i og for sig opløselige Stoffer. De egentlige Albuminstoffer maa t. Eks. først omdannes til Peptoner o. l. og Poly- og Disacchariderne (Dextrin, Rørsukker o. l.) til Monosaccharider (Druesukker). Saadanne Opløsnings- og Omdannelsesprocesser iværksætter da Bakterierne ved Hjælp af kemiske Fermenter, Enzymer, som de udskiller, og hvis Virkninger netop som oftest bestaar i at spalte højt sammensatte organiske Stoffer under Vandoptagelse (hydrolytiske Processer, se senere).

Det vil heraf forstaaes, hvilken eminent Rolle **Vandet** spiller, ikke blot ved at levere de to vigtige Grundstoffer, **Ilt**[1] og **Brint**, der er uundværlige som Næringsstoffer, skønt de ganske vist ogsaa følger med næsten alle de andre Næringsstoffer, men fordi det ogsaa selv benyttes som saadant. Det levende Protoplasma indeholder jo som Regel c. 80—90 % Vand, og dets Vitalitet er i allerhøjeste Grad afhængig af dets Vandindhold. Naar dertil saa kommer, at Vandet er Befordringsmiddel for alle andre Næringsstoffer og bestemmende for de Koncentrationer, i hvilke disse optages, maa det stilles absolut i første Række blandt Bakteriernes Næringsstoffer (Om Udtørringens Indflydelse paa Bakterielivet, se senere).

[1] Om Iltens Rolle vil der senere udførligt blive Tale.

I de almindeligste Kulturvæsker som Kødvand, Bouillon, Mælk, Serum, Rosindekokt o. s. v. findes alle de almindeligste Næringsstoffer i et for de fleste Bakterier passende Mængdeforhold, og man bekymrer sig saa i Reglen ikke om, hvilke Stoffer der er deri, naar blot Bakterierne trives godt (naturlige Substrater). Anderledes hvis man laver kunstige Næringsopløsninger, naar man f. Eks vil undersøge bestemte Stoffers Næringsværdi. Man maa da huske paa at tilsætte alle de **mineralske Bestanddele**, som er nødvendige ɔ: saadanne, der indeholder de Grundstoffer, som blev nævnte p. 88 og ikke findes i den nødvendige organiske Næring. Det drejer sig her i Almindelighed kun om ringe Kvantiteter, 1—2 pro mille, men hvis et enkelt Stof helt mangler, vil de andre ogsaa være værdiløse. Følgende Næringsopløsning vil for de fleste Bakterier indeholde alt fornødent af Mineralstoffer: i en Liter Vand (foruden Kulstof- og Kvælstofholdige Stoffer)

0.1 gr. sekundært Kaliumfosfat (K_2HPO_4)
0.2 - Magniumsulfat ($MgSO_4$)
0.1 - Klorkalcium ($CaCl_2$).

Patogene Bakterier ynder saa i Reglen en Tilsætning af Klornatrium, uden at dette vel spiller nogen større Rolle som Næringsstof. Derimod er en direkte Tilsætning af Jærn ikke nødvendig, da der altid findes tilstrækkeligt heraf som Forurening i de benyttede Kemikalier eller i Vandet.

I en saadan Næringsopløsning vil vi da finde de før nævnte Grundstoffer, men hvilken Rolle de enkelte af disse spiller, hvorfor de er nødvendige, ved vi ikke altid. Medens Nødvendigheden af Ilt, Brint, Kulstof, Kvælstof, Svovl og til dels Fosfor vil være umiddelbart indlysende, fordi de indgaar i Æggehvidestoffernes Molekuler, der synes at være en konstituerende Bestanddel af alt Protoplasma, af Begrebet »Celle« overhovedet, staar vi mere uforstaaende overfor de øvrige Grundstoffers Betydning. Muligvis indgaar ogsaa disse saadanne Forbindelser med Protoplasmaets Æggehvidestoffer, som gør det muligt for Cellen at forrette sine forskellige Livsfunktioner, eller de spiller en mere selvstændig Rolle ved

Tilvejebringelsen af osmotiske Tilstande o. l. i Cellen Paafaldende er den store Mængde af Fosforsyre, der altid findes i Bakterieaske. Af de pag. 26 nævnte 13.5 % Aske (af Tørstoffet), som Kappes fandt ved en Analyse af *Bacillus prodigiosus*, var 5.1 % Fosforsyre. Dette Forhold tyder paa Tilstedeværelsen af Nukleïner i den levende Celle og stemmer med, at Fosforsyren er noget af det, der daarligst kan undværes i Næringsopløsningerne. For de fleste Pigmentbakterier synes Fosforsyre og Magnium at spille en stor Rolle ved Farvestofdannelsen. — Om Kalcium angives det, at det i visse Tilfælde kan undværes selv uden Substitution ved en anden alkalisk Jordart. Men herom er man endnu ikke naaet til Enighed, og muligvis stiller de forskellige Bakterier forskellige Krav i saa Henseende. — Kun om Svovlets og Jærnets særegne Rolle for de saakaldte Svovl- og Jærnbakterier ved vi lidt nærmere Besked, men herom ligesom om Nitrobakteriernes Forhold til uorganiske Forbindelser vil der senere blive Tale.

Næst Ilt og Brint (som Vand) er **Kulstof** det Grundstof, Organismerne i Almindelighed fordrer i størst Mængde, baade fordi det er deres vigtigste energiproducerende Materiale og fordi det som Bestanddel af alle saakaldte organiske Stoffer er et meget anvendt Bygningsstof. De klorofylholdige Planter skaffer sig dette vigtige Næringsstof overvejende ved Assimilation af Luftens Kulsyre, idet Sollyset leverer dem den hertil nødvendige Energi, medens de klorofylfrie Planter og Dyrene — i Reglen — kun kan benytte organisk Kulstofnæring. Dette gælder ogsaa for Bakteriernes store Skare, men i de senere Aar har vi mellem disse fundet mærkværdige Undtagelser, der bryder denne Regel og saaledes har rokket ved en gammel Grundsætning i den docerede Fysiologi. Vi staar da ogsaa her ved et Par af de interessanteste Resultater, den moderne fysiologiske Forskning har naaet gennem Studiet af Bakterierne.

For det første synes det, at Kulstoffet er et ganske underordnet Næringsstof for enkelte Bakterier. De saakaldte Svovlbakterier (se senere) kan nemlig nøjes med ganske minimale Mængde af organisk Kulstofnæring,

og det endda af ellers saa daarlige Forbindelser som myre- og propionsure Salte, medens de ikke vil trives, naar det uorganiske Stof, Svovlbrinte, som de optager og ilter, mangler i deres Omgivelser. Rimeligvis fordrer de dog saa meget Kulstof, som er nødvendig som Bygningsstof til Dannelsen af Protoplasma og Cellevægge; men den Rolle, Kulstoffet ellers spiller: ved dets Forbindelsers Spaltninger og Iltninger under Stofskiftet at levere Energi til Cellens Livsfunktioner, den synes her ganske at være overtagen af Svovlet, idet disse Bakterier netop optager Svovlbrinten og ilter den til Svovl og Svovlsyre ($H_2S + O = H_2O + S$).

En anden Gruppe Bakterier, Salpeter- eller Nitrobakterierne, forsmaar ganske organisk Kulstof, ja kan endogsaa daarligt taale dette i Næringsopløsninger, men da de dog aabenbart alligevel ikke kan undvære selve Kulstoffet, skaffer de sig det ved at assimilere det i uorganisk Form, som Kulsyre. Og denne Assimilation foregaar uden Farvestof og uden Lysets Hjælp ved den Energi, de skaffer sig ved Iltning af uorganiske Stoffer. Maaske tilkommer denne Evne ogsaa i ringe Grad de ovennævnte farveløse Svovlbakterier og de saakaldte Jærnbakterier (hvorom senere), men i Øjeblikket er dette Resultat kun fastslaaet for Nitrobakteriernes Vedkommende. Disse forekommer almindeligt udbredte i kultiveret Jord i to fysiologiske Grupper, hvoraf den ene, Nitritbakterierne (Fig. 100), udmærker sig ved at ilte Ammoniaksalte til Nitriter, den anden, Nitratbakterierne, ved at ilte Nitriterne videre til Nitrater. Og den ved disse Iltninger frigjorte Energi er det da, de benytter til at assimilere Kulsyren. Winogradsky, der var den første, som paaviste dette, mente oprindelig, at det var den i Karbonaterne, navnlig $CaCO_3$, bundne Kulsyre, der blev assimileret, men Godlewsky viste snart efter, at Assimilationen udeblev, hvis der ved Kalihydrat afspærredes for Luftens frie Kulsyre; og senere Forsøg af Winogradsky & Ome-

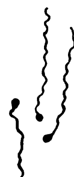


Fig. 100. *Pseudomonas javanensis* (Winogradsky), en **Nitritbakterie** fra Java. 1000/1. (Efter Winogradsky).

liansky (1899) bekræfter dette Resultat; et Karbonat i Næringsopløsningen var derimod af andre (ukendte) Grunde nødvendigt. Kulturer af disse Bakterier foregaar bedst paa en rent uorganisk (Kiselsyre-) Gelatine; Nitritbakterierne har hidtil slet ikke ladet sig dyrke paa Substrat med organisk Stof, men i de sidste Aar er det lykkedes at dyrke Nitratbakterierne paa en Nitrit-Agar med $1^1/_2$ % Agar.

Endelig kan maaske de røde Svovlbakterier, Purpurbakterierne (se pag. 37—38), ved Hjælp af deres særegne Farvestof, Bakteriopurpurinet, og Lyset assimilere Kul-

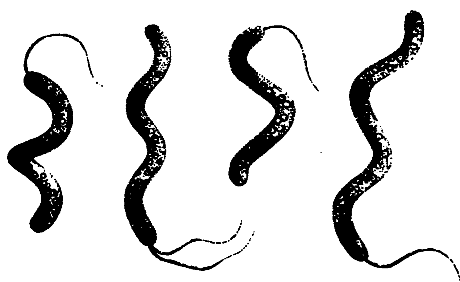


Fig. 101. *Spirillum sangvineum* (Ehrenberg) Cohn, en **Purpurbakterie.** $^{600}/_1$. (Efter Warming).

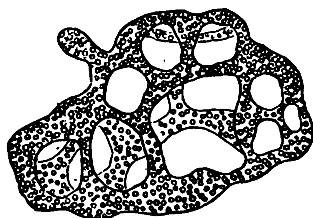


Fig. 102. *Clathrocystis roseo-persicina* Cohn, en **Purpurbakterie.** $^{250}/_1$. (Efter Zopf).

syre. Dette vilde være endnu en ny og vigtig Kendsgerning, da man ellers ikke sikkert kender Kulsyreassimilation ved Hjælp af andet Farvestof end Klorofyl. Men Angivelserne herom, der skyldes Engelmann, tør ikke betragtes som sikkert fastslaaede, saa længe de ikke er bekræftede af andre og delvis modsiges af Winogradsky. Engelmann mener at have paavist Iltudskilning i Lys hos disse Bakterier ved følgende Eksperiment. I en Vanddraabe anbragte han en Hinde paa ca. 2 Kvadratmillimeter af en Purpurbakterie (Figg. 101—102), der befandt sig i en zoogloeaagtig Hviletilstand. I samme Draabe befandt sig flere udpræget aërobe (se senere) bevægelige Mikroorganismer som *Spirillum undula* og *tenue* o. a. Over Vanddraaben lagdes et Dækglas, hvis Rande kittedes til med Vaseline, saa Luften udefra ikke havde Adgang. Den Ilt som Vanddraaben indeholdt, var da snart forbrugt, og Spi-

rillerne standsede deres Bevægelser. Holdtes Præparatet i Mørke, forblev de rolige, men saa snart det blev belyst, kom de igen i livlig Bevægelse og søgte hen til den lille Hinde af Purpurbakterier, som i Lyset udskilte den Ilt, der drog Bakterierne. En gentagen Formørkelse bragte snart igen Ro over disse, naar den udviklede Ilt var opbrugt. Blev Hinden belyst af Lys, som blev brudt igennem et Prisme, et Spektrum, samledes Bakterierne navnlig paa de Steder af Spektret, hvor den største Mængde Lys blev absorberet af Bakteriopurpurinet ɔ: i det ultrarøde, udenfor den for vort Øje synlige Del af Spektret. De aërobe selvbevægelige Bakterier søger altid hen til de Steder, hvor der hersker en for dem passende Iltspænding (se senere), saa man i deres Bevægelser har en fin Reaktion paa Ilt; og Iltudviklingen er Tegn paa Assimilation af Kulsyren. Der er altsaa her en stor Sandsynlighed for, at der virkelig har fundet Kulsyreassimilation Sted, baade ved Hjælp af et andet Farvestof og ved andre Lysstraaler end dem, om hvilke man hidtil vidste, at de kunde iværksætte en Spaltning af Kulsyren.

De af van Tieghem, Engelmann og Ewart beskrevne grønne Bakterier, hos hvilke man ogsaa har ment at have paavist Iltudskilning i Lys, assimilerer rimeligvis Kulsyre ved Hjælp af Klorofyl eller et klorofyllignende Farvestof.

De Organismer, der uafhængigt af andre kan skaffe sig alle deres Livsfornødenheder — og dette gælder da særligt deres Kulstofnæring — har man kaldt for de auto- eller prototrofe i Modsætning til de øvrige, de heterotrofe (Pfeffer). De første er i Stand til at danne organisk Stof af rent uorganisk Materiale, t. Eks. Kulhydrater af Kulsyre og Vand, de sidste maa altid leve af de Stoffer, de første har dannet. Tidligere regnede man kun de klorofylførende Planter for autotrofe, fordi de ved Hjælp af deres grønne Farvestof i Lyset kunde indvinde Kulsyren, medens de klorofylfrie Planter og Dyrene var henviste til Kulstof i organiske Forbindelser. Antog man Afstamningslæren med Udvikling fra en enkelt Stamform, maatte denne da ogsaa have været en klorofylførende Plante, rimeligvis en lille Grønalge. I

de Bakterier, der ogsaa kan leve udelukkende af uorganisk Stof, har vi nu fundet en ny fysiologisk Gruppe af Organismer, sideordnet med de grønne Planter. Baade praktisk og teoretisk har disse Væsener den største Interesse, idet de jo baade paa en ny Maade griber ind i Kulstoffets Kredsløb og ved deres mærkværdige Benyttelse af andre Energiformer end Lyset har aabenbaret en ny Maade at føre Livet paa. Det er da ogsaa rimeligere at antage, at vi blandt disse eller lignende maa søge den oprindeligste Type af Organismer.

Imidlertid er jo langt den største Del af Bakterierne, de heterotrofe, henviste til at søge deres Kulstofnæring fra organiske Forbindelser. Dette gælder baade de saakaldte saprofytiske og de parasitiske Bakterier, af hvilke de første i Almindelighed lever frit ude i Naturen paa livløst Substrat, de sidste snyltende i andre Organismer. Nogen Væsensforskel er der iøvrigt ikke mellem disse to Grupper, hvad Næringen angaar; kun er de sidste noget mere kræsne i Valget af Fødeæmner eller stiller bestemte Fordringer til Temperaturen, saa de af den Grund ikke kan trives i det Frie; men det er for de allerflestes Vedkommende lykkedes at faa dem til at vokse paa livløst Substrat, udenfor Organismen (altsaa som Saprofyter), ved en passende højere Temperatur, ligesom mange af de saprofytiske Former lejlighedsvis optræder som Snyltere i den levende Organisme (Miltbrand-, Stivkrampe-, Tyfusbakterier o. s. v.)

De saprofytiske Bakterier kan vi træffe ude i Naturen paa snart sagt al Slags organisk Næringssubstrat. I den Retning viser de en Tilpasningsevne større end nogen anden Gruppe af Planter og kommer derved tillige til at spille deres uhyre vigtige Rolle i Naturens Husholdning ved Opretholdelsen af Kulstoffets evige Kredsløb. Nu er det dog ikke saaledes, at hver enkelt af disse Arter tager til Takke med al Slags kulstofholdigt organisk Stof. Nogle er tværtimod temmelig kræsne og fordrer særlige eller endog et bestemt Stof som Sukker, Glycerin eller Pepton, medens andre kan nøjes med mindre sammensatte Forbindelser som de fede Syrers Salte, Aminer, Nitriler o. s. v. *Micrococcus ureæ* t. Eks. har den Evne at kunne nøjes med

omtrent enhver Forbindelse, der indeholder blot en Smule organisk Kulstof.

I Almindelighed kan nævnes som de bedste Kulstofkilder Sukkerarterne, Æggehvide, Peptoner og Fedt. Derefter kommer fleratomige Alkoholer som Glycerin, Dulcit og Mannit; noget ringere er Oxysyrernes (Mælke-, Æble- og Vinsyrens) Salte, endnu ringere etatomige Alkoholer (Æthylalkohol dog specifikt Næringsstof for Eddikesyrebakterier), og lavest paa Stigen de fede Syrer (Myresyre, Eddikesyre, Propionsyre o. s. v.) Aminer, Nitriler o. s. v. Hvor langt man kan komme ned, faar man et Begreb om ved at høre, at en af Loew opdaget Bacil kunde dække sit Kulstofbehov ved formaldehydsvovlsyrligt Natron og trivedes fortræffeligt ved myresurt Natron som Kulstofkilde. — Dog findes der organiske Forbindelser, der (i Almindelighed) er ubrugelige som Kulstofkilder, t. Eks. Urinstof, oxalsure Salte og Cyanforbindelser, uden at de just som Oxalsyren behøver at besidde i og for sig giftige Egenskaber.

For de parasitiske (patogene) gælder i Hovedsagen hvad der er sagt om de saprofytiske Bakterier. Men flere af dem har saaledes tilpasset sig til en enkelt eller nogle faa Værtorganismer og der levet under saa eksklusive Forhold, at det er rimeligt, om det ofte falder noget vanskeligt at dyrke dem udenfor Organismen. Dette er dog lykkedes med næsten alle dem, vi kender (tvivlsomt for *Bacterium lepræ's* Vedkommende). For at tilfredsstille dem har man taget saadanne Næringssubstrater i Brug som Blodserum eller Udtræk af selve de Organer, i hvilke de paagældende Bakterier optræder. Influenzabakterien dyrker man t. Eks. paa Agar med Tilsætning af Bronchialslim og Blod, idet den fordrer Hæmoglobin i Substratet. I Almindelighed ynder eller fordrer de patogene Arter Æggehvide eller æggehvidelignende Stoffer til Dækning af deres Kulstofbehov[1], men derfor forsmaar de ikke altid kvælstoffri Næring, naar den bydes dem udenfor Organismen. *Bacterium tuberculosis* vokser t. Eks.

[1] Kvælstoffrie organiske Stoffer findes jo ogsaa kun i ganske ringe Mængde i de dyriske Væv og Blodet.

godt i en æggehvidefri Næringsopløsning med Tilsætning af c. 4 % Glycerin.

I Æggehvidemolekulets Indhold af (14—16 %) **Kvælstof** maa vi søge dette Stofs store Betydning som Næringsstof. Det bliver derfor hovedsagelig som Bygningsstof, det finder Anvendelse, skønt der ogsaa findes vigtige Eksempler paa dets Anvendelse som energiproducerende Materiale (se senere). Yderst interessant er det at forfølge de Veje, ad hvilke Bakterierne skaffer sig Kvælstof, da de her har vist sig langt alsidigere end nogen anden Gruppe af Organismer. Ja, de har endog, paa en endnu uopklaret Maade, løst et Spørgsmaal, der længe var brændende for Kemikerne, nemlig Indvindingen af Luftens frie Kvælstof. Som bekendt udmærker dette sig jo ved en meget ringe Affinitet overfor

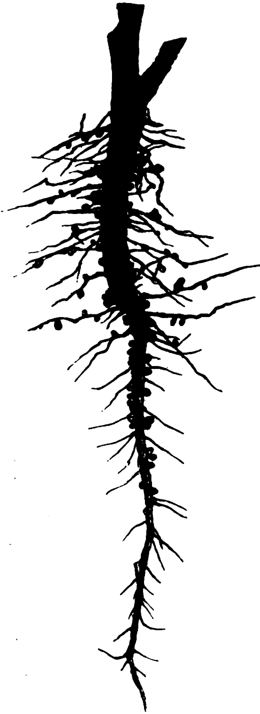


Fig. 103. Rod med Knolde af *Vicia Faba* (Hestebønne). Noget formindsket. (Efter Strasburger).

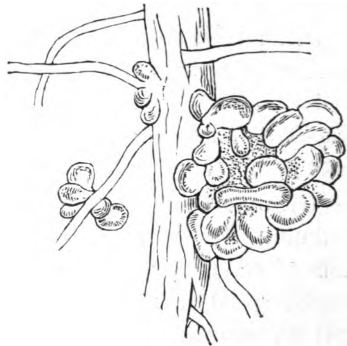


Fig. 104. Et Stykke Rod af samme Plante. Forstørret. (Efter E. Rostrup).

andre Stoffer, saa det (i Øjeblikket) kun med stor Bekostning lader sig gøre ad kemisk Vej at binde det. Længe troede man derfor, at Luftens frie Kvælstof slet ikke deltog i dette Stofs almindelige Kredsløb, men Studiet af Bakterierne har nu lært os, at det af disse ikke alene kan bindes men ogsaa igen frigøres (se senere) i en ikke ringe Maalestok.

Først iagttog man, at almindelig Agerjord, endog uden synderlig Bevoksning af grønne Planter, aarlig øgede sit Kvælstofindhold (Berthelot), men at den mistede denne Evne, hvis Jorden glødedes eller behandledes med antiseptiske Stoffer. Det var da naturligt, at levende Væsener var medvirkende her. Man gav først smaa grønne og blaagrønne Alger Æren herfor, men senere Forsøg (Kossowitsch) har gjort det tvivlsomt, om disse ogsaa fortjener denne. Derimod er det

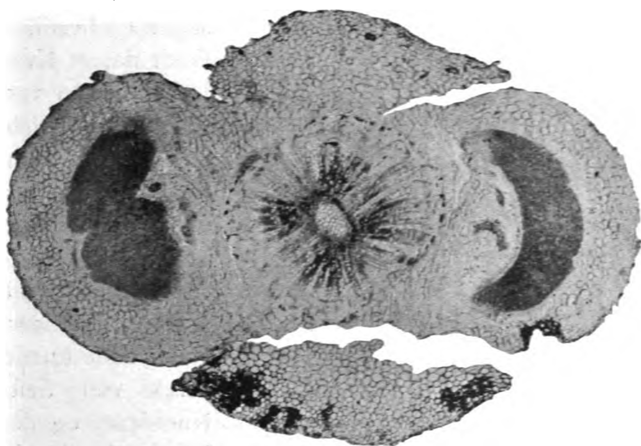


Fig. 105. Tværsnit af en Lupinrod med unge frembrydende Knolde. De mørke halvmaaneformede Partier til Højre og Venstre er Bakterievævet. Foroven og forneden er Epidermis sprængt under Præparationen. (Efter Mikrofotografi af C. O. Jensen).

sikkert fastslaaet, at en i Jorden forekommende anaërob Bakterie, der blev rendyrket af Winogradsky (1893) og af ham kaldt *Clostridium Pasteurianum*, har Evne til, i Symbiose med andre, aërobe, Arter (muligvis da ogsaa Alger), at binde Luftens frie Kvælstof, naar passende organiske Kulstofforbindelser (navnlig Sukker) staar til dens Disposition. Denne Bakterie kan dække hele sit Kvælstofbehov ved frit Kvælstof og vil end ikke trives, hvis dette mangler i dens Omgivelser, selv om andre Kvælstofforbindelser er tilstede. Winogradsky har dyrket endnu et Par Arter med (en mindre) kvælstofbindende Evne, og muligvis findes

der mange flere af den Slags i Jorden (S. Konwalewski. 1898).

Særlig bekendte for deres kvælstofbindende Evne er de paa alle Bælgplanters Rødder i ejendommelige Knolde (Fig. 103-104) levende Bakterier, *Bacillus radicicola* Beijerinck. Den Iagttagelse, at Bælgplanter trives vel selv i den mest kvælstoffattige Jord (Sand), samt den rigere Høst af andre Kulturplanter efter en Afgrøde af Bælgplanter foranledigede Hellriegel (1886-88) til en Undersøgelse af Aarsagerne hertil. Han fandt da, at Kvælstofindvindingen var nøje knyttet til Knolddannelsen og udeblev, hvor denne paa en eller anden Maade (ved Sterilisering af Jorden) forhindredes, medens en steril Jord paa den anden Side kunde inficeres ved Saft fra Knoldene og derefter fremkalde Knolddannelse hos deri saaede Planter. En anatomisk Undersøgelse af Knoldene gav endvidere til Resultat, at disse i særegne Cellevæv (Fig. 105-106) indeholdt stavformede Legemer, som han antog for Bakterier og mente var medvirkende ved Kvælstofassimilationen. Hellriegels Iagttagelser er senere blevne bekræftede og udvidede af mange andre (Beijerinck, Frank, Prazmowski, Brunchhorst, Nobbe, Mazé o. fl.) I det omtalte Knoldvæv er der fuldt op af Bakterier, der ikke blot ganske udfylder visse Celler (Fig. 106 B) men endog strækker sig som Strænge fra den ene Celle til den anden (Fig. 107), navnlig hvor de er i Færd med ude fra at trænge ind i den unge Rod. Skønt det endnu ikke nærmere er opklaret, hvorledes, er det dog temmelig sikkert, at de fra Jorden, hvor de maa findes i en eller anden, rimeligvis

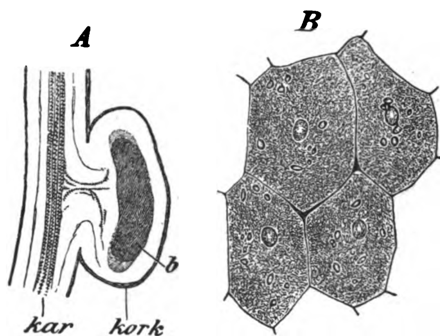


Fig. 106. A Længdesnit af ung Lupinknold med Bakterievævet (*b*). ***kar***. Karstrænge. ***kork***. Korkvæv (Efter Tschirch). B. Celler fra Bakterievævet, opfyldte af Baktereoider; dog ses ogsaa Cellekærner og nogle Stivelsekorn. c. $^{280}/_{1}$. (Efter Frank).

hvilende Tilstand, gennem Saar og Beskadigelser, vel navnlig gennem Rodhaarene, trænger ind i deres Værtplanter. Som Følge af den Pirring, de herved foraarsager, begynder Knolddannelsen, og ikke blot dannes der herunder nyt Cellevæv, men de enkelte Celler, der modtager Bakterierne, bliver større end sædvanlig. De unge Bakterier er almindelige Stave, ofte endog bevægelige, men efter nogen Tids Forløb degenererer de og danner Involutionsformer, de saakaldte Bakteroïder (se pag. 73 og Fig. 108), grenede og opsvulmede Former, der tilsidst dør og ganske opløses. I denne Tilstand opsuges de af deres Værtplante, der nu nyder godt af de Æggehvidestoffer, som de tidligere har dannet ved Assimilation af Luftens frie Kvælstof. Medens de saaledes efterhaanden gaar til Grunde, har deres tidligere Udvikling været betinget af Bælgplanten, der til at begynde med har tilført dem rigeligt af Sukker, Asparagin m. m. Ja, de synes i Begyndelsen endog at være ret generende Snyltere, der sætter deres Vært tilbage i Udviklingen, indtil det Tidspunkt kommer, da Værten er kommen til Kræfter igen, har faaet Overtaget og nu netop paa Bekostning af sine Gæster trives saa meget des bedre.

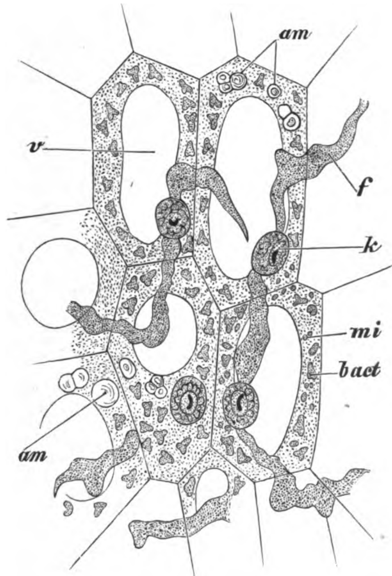


Fig. 107. Snit gennem Bakteroïdevævet i Knold af *Lathyrus silvestris*. *f.* Strænge af Bakterier. *bact.* Bakteroïder. *k.* Cellekærner. *am.* Stivelsekorn. *mi.* Mikrosomer. *v.* Vakuole. 400/1. (Efter Beijerinck).

Involutionsformerne opstaar rimeligvis under Paavirkning af Knoldenes sure Cellesaft. Mazé har nemlig vist, at Bakterierne ogsaa udenfor Knoldene, i Renkultur, degenererer og danner Involutionsformer, hvis de dyrkes ved 35° eller paa et svagt surt Substrat. Og inde i Knoldene begynder Degene-

rationen først, naar Karrene er dannede, og de sure Ernæringssafter begyndte at cirkulere. Hvorvidt man da skal kalde det gensidige Forhold mellem de to Organismer for et symbiotisk eller et parasitisk, maa staa hen. Hovedsagen er, at Bakterierne virkelig under de skildrede Forhold bliver i Stand til at indvinde store Mængder af Luftens frie Kvælstof og ved Oparbejdelsen af dette til Æggehvidestof at fremme Bælgplantens Vækst i en forbavsende Grad. Og de Roddele, der efter Høsten bliver tilbage i Jorden, vil endnu være saa rige paa indvundet Kvælstof, at andre Planter kan nyde godt deraf.

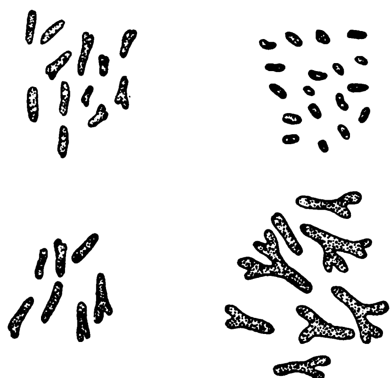


Fig. 108. Bakterier og Bakteroïder fra Knold af Vikke. $^{700}/_{1}$. (Efter Beijerinck).

Beviset for, at det virkelig er det frie Kvælstof, der bindes, er skaffet tilveje ved talrigeForsøg, hvor alle andre Kvælstofkilder var udelukkede (Schloesing & Laurent). Og at det netop er Bakterierne, som besørger dette Arbejde, er bevist baade derved, at Bælgplanten uden Knolde (ɔ: uden Bakterier) ikke trives uden anden Kvælstofnæring og ikke binder noget af det frie Kvælstof, og ved at Bakterierne ogsaa formaar dette sidste i Kulturer uden Samliv med Bælgplanten. Det lykkedes nemlig let (for Beijerinck, Prazmowski, Mazé o. fl.) at dyrke Bakterierne i Renkulturer paa Næringssubstrater, der foruden Knoldsaft indeholdt Sukker og en Smule Asparagin. Dette sidste eller et lignende kvælstofholdigt organisk Stof synes at være nødvendigt for dem, inden de kan begynde at assimilere det frie Kvælstof, og sligt forefinder de jo ogsaa i Bælgplanternes Rødder. Men naar de har forbrugt det, behøver de ingen yderligere Tilsætning, og Indvindingen af det frie N gaar nu saa hurtigt for sig, at Mazé t. Eks. i Kulturer i Løbet af 15 Dage kunde konstatere en Tilvækst af $47^{1}/_{2}$ mgr. N, der kun kunde hidrøre fra den atmosfæriske Luft. Men paa den anden Side benytter de ikke denne

Kilde, naar andre Kvælstofforbindelser staar til deres Raadighed, t. Eks., naar der findes rigeligt af Nitrater i Jordbunden (jfr. Clostridium Pasteurianum p. 99).

Man har fundet baade Knolde og Bakterier hos alle Planter, som hører til Ordenen Leguminosae (Bælgplanterne), saavel hos de Ærteblomstrede, Papilionaceerne, som hos Cæsalpiniaceer og Mimosaceer; men skønt der i det ydre ikke er nogen Forskel paa de forskellige Arters Bakterier, kan man dog ikke uden videre pode fra den ene Slægt til den anden. Der synes ogsaa at være, om end ikke forskellige Arter, saa dog forskellige Racer af Bakterier, der har tilpasset sig til en bestemt eller nogle faa meget nær beslægtede Værtplanter og ikke lader sig overføre paa andre. T. Eks. lader Ærtens Bakterie sig nok overføre paa Bønnen men ikke paa Kløver, og dennes ikke paa Ærten men nok paa den nærmere beslægtede Vikke. Hvis man altsaa vil inficere en Jordbund, hvor der i lange Tider ikke har været dyrket Bælgplanter, og hvori der derfor rimeligvis kun findes faa eller ingen Knoldbakterier, maa man tage Hensyn til de Planter, man vil dyrke i denne Jord. Enten kan man da inficere ved at tilsætte noget af en anden Jord, hvori de paagældende Planter for nylig har været dyrkede, eller man kan hertil benytte Renkulturer af Bakterier fra forskellige bestemte Planter, saaledes som de nu gaar i Handelen under Navn af Nitragin (Nobbe & Hiltner). Ti som nævnt synes Bakterierne efter nogen Tids Forløb at gaa til Grunde i Jorden, hvor de ikke ret kan trives uden sammen med en passende Værtplante.

I Modsætning til Clostridium Pasteurianum er Knoldbakterierne strængt aërobe. Den fornødne Ilt saavel som Kvælstof finder de i de ret rummelige Intercellularer i Knoldvævet. —

En Række forskellige andre Bakterier, baade autotrofe og heterotrofe, kan vel ikke tilegne sig det frie Kvælstof men dog nøjes med uorganiske Forbindelser af det som Ammoniak-, salpetersyrlige og salpetersure Salte. Interessantest i saa Henseende er de tidligere omtalte Salpeterbakterier. Ammoniaken og de salpetersyrlige Salte tjener nemlig ikke alene disse Væsener som Energikilde, men er tillige deres eneste kvælstofholdige Næringsstof. (Om deres mærkelige

Forhold overfor Kulstofnæringen se pag. 93—94). De trives t. Eks. fortræffeligt i følgende Næringsopløsninger, der i den nyeste Tid er benyttede af Winogradsky og Omeliansky:

Nitritbakterierne paa Gipsplader (Omeliansky) gennemtrukne med en Opløsning af:

2	gr.	svovlsurt Ammoniak,
0,5	-	svovlsurt Magnesia,
1,0	-	fosforsurt Kali,
2	-	Chlornatrium,
0,4	-	svovlsurt Jærnforilte,
1000	-	destill. Vand,

Nitratbakterierne i Opløsninger af:

1	gr.	salpetersyrligt Natron,
1	-	kulsurt Natron,
0,5	-	fosforsurt Kali,
0,5	-	Chlornatrium,
0,4	-	svovlsurt Jærnforilte,
0,3	-	svovlsurt Magnesia,
1000	-	destill. Vand.

Disse Næringsopløsninger indeholder altsaa ikke Spor af organiske Stoffer, der i Almindelighed virker paa Nitrobakterierne som de stærkeste Antiseptika. (Mærkeligt er det, at Ammoniak har samme Virkning paa Nitratbakterien). Men af dette rent uorganiske Materiale og af Luftens Kulsyre, som de jo assimilerer uden Klorofyl og uden Lys ved den Energi, der frigøres under Ammoniakens og Salpetersyrlingens Iltning, kan de opbygge det komplicerede Æggehvidemolekule.

De denitrificerende Bakterier, af hvilke der ogsaa findes baade nitrat- og nitritreducerende Arter, — Reduktionen gaar lige til Frigørelsen af det elementære Kvælstof, ja til Ammoniakdannelse — kan ogsaa nøjes med udelukkende uorganisk Kvælstof (Nitrater og Nitriter), af hvilket en Del medgaar til Dannelsen af deres Æggehvidestoffer (Hj. Jensen). Derimod fordrer de absolut organisk Kulstof og er derfor heterotrofe. — Af andre heterotrofe Bakterier, der kan nøjes med uorganisk Kvælstof, kan eksempelvis

nævnes *Pseudomonas pyocyanea* Gessard, (Salpeterkvælstof), *Bac. subtilis* (Ammoniakkvælstof), samt flere ikke patogene Former af Coligruppen.

Andre nøjes dog med intet mindre end Amidkvælstof (Asparagin, Leucin, Urinstof o. l.), som f. Eks. Former af Colibakterierne, og en stor Mængde, navnlig patogene Arter, fordrer Pepton-Kvælstof eller nærstaaende Spaltningsprodukter af Æggehvidestofferne. Naar visse Bakterier kan benytte de almindelige Albuminstoffer og Limstoffer, er det rimeligvis, fordi de ved Hjælp af peptoniserende Enzymer er i Stand til at omdanne dem til Peptoner o. l. Dette gælder saaledes de Arter, der smelter Gelatine. — Flere af de Arter, der kan nøjes med det uorganiske eller Amid-Kvælstof, foretrækker Pepton-Kvælstof, men dog ikke alle. T. Eks. foretrækker *Bacillus perlibratus* Beijerinck Asparagin for Peptoner. Efter de for de enkelte Arter gunstigste Kvælstofkilder har Beijerinck inddelt Bakterierne i: 1) Nitrat- og Ammoniakbakterier, 2) Amidbakterier og 3) Peptonbakterier, uden at der dog vel kan drages skarpe Grænser mellem disse. — Maaske er det Vanskeligheden ved at finde en passende Kvælstofnæring, der har gjort det saa besværligt at dyrke visse patogene Arter som *Bacterium influenzæ*, der jo kun trives paa hæmoglobinholdigt Substrat. —

Det blev tidligere (p. 91) omtalt, at **Svovl** hører med til de for Bakterierne nødvendige Mineralstoffer, fordi det indgaar i de fleste Æggehvidestoffers Molekule, og det optages da almindeligvis i Form af nevtrale svovlsure Salte. En særegen Rolle spiller det imidlertid for Svovlbakterierne (Thiobakterierne), en stor fysiologisk Gruppe, der omfatter mange i morfologisk Henseende højst forskellige Arter. Migula[1] har dog i den nyeste Tid ment ogsaa at kunne opstille dem som en særegen systematisk Gruppe ligeoverfor de ægte Bakterier, Eubakterierne, som Bindeled mellem disse og de blaagrønne Alger, idet de trods store indbyrdes morfologiske Forskelligheder har andre ejendommelige Karakterer fælles (se herom nærmere i den systematiske Del). Her skal kun nævnes, at der i denne Gruppe,

[1] *System der Bakterien* I. II. 1897—1900.

som tidligere berørt, findes baade farveløse og farvede Former (Purpurbakterierne, der fører Farvestoffet Bakteriopurpurin, se pag. 37 og 94), ubevægelige og bevægelige, kugleformede Kokker og Sarcinaformer, Stave, Spiriller og flercellede Traadbakterier. De forekommer i store Mængder i Svovlkilder og navnlig i stillestaaende Vande, hvor organiske Stoffer forraadner, f. Eks. hyppigt ved de danske Kyster, paa saadanne Steder hvor Tang og døde Havdyr ophobes. Her danner de rødlige eller hvidlige Overtræk og Hinder, helst i en ringe Afstand fra Overfladen. Ti skønt disse Organismer er udpræget aërobe, foretrækker de dog en noget lavere Iltspænding end den, der forekommer i Atmosfæren og de øverste Lag af fritstaaende Vand. Karakteristisk for de Lokaliteter, hvor Svovlbakterierne optræder, er den stærke Lugt af Svovlbrinte. Først antog man denne for et Produkt af Svovlbakteriernes Livsvirksomhed, men Winogradsky paaviste, at den tværtimod er Aarsagen til deres Optræden. Svovlbrinten frigøres ved Æggehvidestoffernes Nedbrydning af Forraadnelsesbakterier og anvendes derefter som et uundværligt Næringsstof[1] af Svovlbakterierne, der optager den, ilter den til Korn eller Draaber af amorf Svovl, som de aflejrer i deres Celler (Figg. 109 og 110). Her forbruges Svovlet efterhaanden, idet det iltes videre til Svovlsyre, og denne udskilles og bindes af tilstedeværende Kalksalte som Gips. Unddrager man Bakterierne Adgang til Svovlbrinte, forsvinder efter 1—2 Døgns Forløb alle Svovlkornene, idet de iltes, og Bakterierne vil nu efterhaanden dø af Sult, hvis man ikke paany leder Svovlbrinte til dem. — Som omtalt p. 92—93 synes Svovlet tildels at erstatte Kulstoffet, idet disse Væsener kan nøjes med ganske minimale Mængder af det sidste. At

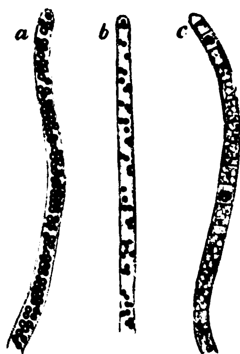


Fig. 109. *Beggiatoa alba* (Vaucher) Trevisan. Farveløs **Svovlbakterie** m. Svovlkorn aflejrede i Cellerne. 900/1. (Efter Winogradsky).

[1] For højere (grønne) Planter er Svovlbrinte ellers en stærk Gift. Udgør den 1/1500 af Luftens Rumfang, dræber den de grønne Blade.

Purpurbakterierne ved Hjælp af Bakteriopurpurinet i Sollys rimeligvis kan assimilere Kulsyre, er ogsaa nævnt tidligere. Muligvis kan de farveløse Former ogsaa benytte den ved Svovlbrintens Iltning frigjorte Energi til Assimilation af Kulsyre uden Lysets Medvirkning. I hvert Fald maa denne Energikilde sikkert for dem alle erstatte den Energi, der ellers vindes ved de organiske Kulstofforbindelsers Nedbryd-



Fig. 110. *Thiothrix nivea* (*A*) og *tenuis* (*B*) Winogradsky. Farveløse **Svovlbakterier** med Svovlkorn. $^{900}/_{1}$. (Efter Winogradsky).

ning. — De vigtigste Arbejder over Svovlbakteriernes Fysiologi skyldes Winogradsky (1887—88). —

En lignende Rolle som Svovlbrinten for Svovlbakterierne spiller maaske Jærnforilte for de saakaldte Jærnbakterier, en fysiologisk Gruppe, der omfatter Arter af Slægterne *Cladothrix* og *Crenothrix*, (Fig. 13, 76). Paa sumpede Steder eller i stillestaaende Vande, der indeholder kulsurt Jærnforilte, trives disse Bakterier særlig, og man finder i deres Skeder aflejret betydelige Mængder af Jærntveiltehydrat, idet de har optaget og iltet det tilstedeværende Jærnforilte. Da der ogsaa ved denne Iltning frigøres Energi, har vi muligvis her en Analogi til Nitrifikations- og Svovlbakteriernes Forhold til uorganiske Stoffer. Men Anskuelse staar i Øjeblikket overfor Anskuelse om denne Sag (Winogradsky contra Molisch), og der foreligger endnu ikke fyldestgørende Under-

søgelser herover. — Jærn synes at være et nødvendigt Næringsstof for Nitrobakterierne og Influenzabakterien, der jo hidtil kun har kunnet dyrkes paa hæmoglobinholdigt Substrat.

Det vil af det foregaaende fremgaa, hvor uhyre forskelligartede Krav, de forskellige Bakterier stiller til deres Næring. Der er sikkert ikke nogen anden Gruppe af Organismer, der i den Grad har udnyttet de Kilder, hvorved Livet overhovedet kan tænkes opretholdt, som netop Bakterierne. Men dette hænger naturligvis ogsaa sammen med deres saa højst forskellige Opgaver og umaadelig betydningsfulde Rolle i Naturen, i hvilken Henseende heller ingen anden Gruppe af levende Væsener kan maale sig med dem.

Der skal her særlig betones, hvor vanskeligt det er at generalisere, naar Talen er om Bakteriernes Krav til deres Næring. Ti foruden det, at de hver for sig kan stille ganske modsatte Fordringer med Hensyn til den Forbindelse, hvori de kræver et bestemt Stof, t. Eks. Kvælstof — nogle som frit N, andre i Form af Æggehvidestoffer — er der en Række Biomstændigheder, der influerer paa bestemte Stoffers Næringsværdi, idet denne ofte er i høj Grad afhængig af de øvrige Kulturbetingelser.

Interessant er det saaledes, at der ofte bestaar et Gensidighedsforhold mellem forskellige Næringstoffer, saa det ene kan forhøje eller formindske det andets Næringsværdi. Saaledes forøges i Almindelighed Amidernes Næringsværdi ved Tilstedeværelsen af kulstofrige Forbindelser som Sukker, Glycerin o. l., hvad der vel i og for sig ikke er saa mærkeligt, naar man erindrer, at Æggehvidestofferne ved deres Nedbrydning ofte giver netop Amider og en Række kvælstoffrie organiske Stoffer.

Men selv Ammoniaksalte saavel af organiske som uorganiske Syrer (Fosforsyre) og Nitrater kan for heterotrofe Bakterier blive udmærkede Kvælstofkilder, naar der samtidig er en passende Kulstofkilde (et Kulhydrat, Glycerin, Mannit o. l.) tilstede. Dette gælder saaledes flere ikke patogene

Former af Coligruppen, for saa vidt de er i Stand til at forgære den paagældende Kulstofforbindelse (C. O. Jensen).

Ligeledes forandres et Stofs Næringsværdi efter den Temperatur, ved hvilken Bakterien dyrkes. Ved højere Temperaturer kan f. Eks. i visse Tilfælde de fede Syrers Salte erstatte Druesukker, selv om dette ellers var uundværligt ved lavere Temperaturer. Det synes, som om Stoffer med en mindre Forbrændingsvarme ved de højere Temperaturer ofte kan erstatte andre Stoffer med højere Forbrændingsvarme, der er nødvendige ved de lavere Temperaturer.

Men foruden Temperaturen spiller den Omstændighed, om der er fri Ilt tilstede eller ej, en overordentlig vigtig Rolle for Bakteriernes Krav til bestemte Næringsstoffer. Dette gælder da naturligvis særlig de Bakterier, der kan leve baade med og uden fri Ilt, de falkultativt (lejlighedsvis) anaërobe (se senere). Naar den anaërobe Levevis medfører Gæringsvirksomhed, fordres der Nærværelsen af et gæringsdygtigt Stof, en Sukkerart eller lignende, medens den samme Bakterie ofte ved den frie Ilts Nærværelse kan nøjes med langt simplere, ikke gæringsdygtige, Kulstofforbindelser. Men selv om der ingen egentlig Gæring finder Sted i den anaërobe Tilstand, som f. Eks. naar de patogene Bakterier lever og fremkalder Sygdomme inde i de levende Organismers Væv, synes dog altid reducerende Stoffer (Kulhydrater o. l.) eller i hvert Fald saadanne, der ved hydrolytiske Spaltninger frigør Energi, at være nødvendige. Forklaringen herpaa ligger naturligvis deri, at Bakterierne maa have en Energikilde at udnytte, og, naar de er udelukkede fra de Iltningsprocesser, som den fri Ilt kan iværksætte, maa ty til Forbindelser, der indeholder megen potentiel Energi, som ved Spaltninger delvis kan frigøres.

Vi kommer herigennem til at berøre det Spørgsmaal, om man af Næringsstoffernes kemiske Sammensætning forud kan slutte noget om deres Næringsværdi. Det laa jo nær at antage, at de kulstof- og kvælstofholdige Forbindelser, der har den største Forbrændingsvarme, ogsaa maatte have den største Næringsværdi. Men Erfaringen har lært, at man maa være meget varsom med Slutninger i

den Retning. Man (Loew) har f. Eks. ment, at Kulstofatomet skulde have sin største Næringsværdi, naar det var forbundet med Brint som CH_2, noget mindre som CH, endnu mindre som $C<{H \atop OH}$, derimod være værdiløs som CO og CN, endsige da som CO_2. Af den Grund skulde bl. a. Urinstof og Oxalsyre, der indeholder C som CO, være ubrugelige som Kulstofnæring. Nu viser imidlertid Erfaringen, at der snart sagt ikke gives nogen organisk Forbindelse, hverken af de alifatiske (fede Legemers) eller aromatiske Forbindelsers Række, som ikke kan tjene en eller anden Mikroorganisme som Næring. Ikke blot er det bleven konstateret, at saavel Urinstof som Oxalsyre kan tjene som Kulstofkilde (Reinke), men der gives levende Væsener — og det navnlig blandt de lavere Svampe og Bakterierne — der kan dække deres Kulstofbehov ved Alkaloider som Chinin og Morfin, Glykosider som Amygdalin, Nitriler, ja selv Cyankalium (Pfeffer). Det har saaledes allerede længe været kendt, at særlig kraftige Bakteriegifte, som Karbolsyre, i stærk Fortynding kan tjene som Kulstofnæring. Og naar hertil endelig føjes, at Salpeterbakterierne jo endog kun benytter den rent uorganiske Kulsyre (CO_2) som Kulstofkilde, medens andre indvinder det frie Kvælstof fra Luften, saa har vi gennemløbet hele Skalaen af Stoffer fra dem med den højeste Forbrændingsvarme til dem med slet ingen eller endog med en negativ (endothermiske Forbindelser).

Dette udelukker naturligvis ikke, at vi i Almindelighed, ɔ: for Hovedmassen af Bakterierne, maa søge Stofferne med den største Næringsværdi blandt dem, der ogsaa har den største Forbrændingsvarme, noget, der af flere nærliggende Grunde, som ikke her skal drøftes, er let forstaaeligt Men fordi Stofferne med den største Næringsværdi i Almindelighed ogsaa har en stor Forbrændingsvarme, kan man ikke slutte omvendt, at Stoffer med høj Forbrændingsvarme ogsaa vil have stor Næringsværdi. Ikke at tale om, at vi jo straks t. Ex. maa undtage Kulbrinterne og i Reglen maa op til de mere komplicerede Molekuler (Kulhydraterne og Æggehvidestofferne med Spaltningsprodukter), spiller

selve den molekulære Bygning, Atomernes Ordning indenfor Molekulet, en mærkelig og betydningsfuld Rolle.

Det er tidligere (p. 90) omtalt, at et Næringsstof kun optages af Cellerne i opløst Tilstand, og at denne tillige for Kulhydraternes Vedkommende maa være som Monosaccharid, for Æggehvidestoffernes som Peptoner o. l., hvilket forudsætter en forudgaaende Spaltning under Vandoptagelse (Hydrolyse) ved Hjælp af Enzymer, naar Næringsstofferne forefindes som Poly- og Disaccharider eller som Albuminstoffer. Hvis den paagældende Bakterie derfor ikke er i Besiddelse af bestemte hydrolyserende Enzymer, vil den slet ikke kunne udnytte slige Næringsstoffer. Men selv i den videst hydrolyserede Tilstand er Næringsstofferne ikke umiddelbart tilgængelige for alle Bakterier, ti her finder ofte et mærkeligt Udvalg Sted. Det er bekendt fra Gærsvampenes Fysiologi, at kun de Sukkerarter, der indeholder 3 eller et Multiplum af 3 Kulstofatomer i Molekulet, kan gaa i alkoholisk Gæring, men selv blandt Hexoserne (ɔ: Sukkerarterne med 6 Kulstofatomer) findes der nogle, som ikke er gæringsdygtige, skønt andre med dem isomere er det. Mellem disse saakaldte *stereoisomere*[1] Forbindelser kan der være en saa gennemgribende Forskel i Næringsværdien, at den ene Modifikation kan være ubrugelig, medens den anden netop er det Stof, som en bestemt Bakterie kræver. Blandt Mælkesyrebakterierne t. Eks., der af forskellige Sukkerarter danner Mælkesyre, danner nogle den optisk uvirksomme Gæringsmælkesyre, Aethylidenmælkesyren, der kan spaltes i to optisk virksomme Modifikationer, den højre-drejende Paramælkesyre (d-Mælkesyren, Kødmælkesyren) og en venstredrejende Form (l-Mælkesyren). Nu viser det sig, at mange Bakterier tilsyneladende kun danner Højre-Mælkesyren, andre kun Venstremælkesyren,

[1] Ved stereoisomere Stoffer forstaas saadanne, der har samme kemiske Strukturformel og samme kemiske Egenskaber, hvad Reaktioner o. l. angaar, men fysisk forholder sig forskelligt, f. Eks. med Hensyn til Opløselighed, Krystalform, Forholdet til polariseret Lys o. s. v. Man antager da, at Atomerne i saadanne Stoffers Molekuler ligger i forskellige Planer, bl. a. undertiden ordnede som Spejlbilledet i Forhold til den virkelige Genstand. Se forøvrigt Lærebøgerne i Kemi.

men dette vil rimeligvis sige, at de første kun forbruger Venstremælkesyren og lader den anden blive urørt tilbage og omvendt. Dog hænder det ofte, at den ene Modifikation anvendes med Forkærlighed, og den anden kun, naar den første er sluppen op.

Grunden til slige Udvalg maa vel søges i en ejendommelig Bygning hos Protoplasmaet, i en vis baade kemisk og fysisk Overensstemmelse mellem dette og det anvendelige Næringsstof, og eftersom den enkelte Celles Protoplasma da er mere eller mindre alsidig uddannet, plastisk, kan det udnytte flere eller færre af de forekommende organiske Stoffer som Næringsstoffer. Til den foreløbige Bearbejdelse af Føden er som nævnt forskellige Enzymer nødvendige, men da vi senere kommer nærmere tilbage hertil igen, skal her kun nævnes, at Bakterierne ogsaa med Hensyn til Enzymer er overordentlig rigt udviklede og netop derfor i Stand til at udnytte saa mange forskelligartede organiske Stoffer, som Tilfældet er.

Da Bakterierne kun yderst sjældent optræder i Renkulturer ude i Naturen, men mest mange Arter sammen, vil de kunne komme til at hjælpe hinanden ogsaa med Hensyn til Næringens Bearbejdelse. Den ene Art forbereder saaledes ofte Jordbunden for den anden. Henligger t. Eks. et Stykke Kød, som efterhaanden gaar i Forraadnelse, vil straks flere Arter af Bakterier indfinde sig og ernære sig af dets forskellige Bestanddele, Æggehvidestof, Fedtstof o. s. v. I første Række da saadanne, der kan udskille peptoniserende Enzymer, hvorved de bringer Albuminstofferne i Opløsning og spalter dem. Nu kan andre Arter, der ikke fører noget af den Slags Enzymer, indfinde sig og leve højt paa de dannede Peptoner, som de maaske igen spalter i forskellige Amider og fede Syrer, der atter er tilgængelige for andre Bakterier. Paa den Maade føres Nedbrydningen af Æggehvidestoffet efterhaanden ned til de uorganiske Bestanddele: Kulsyre, Ammoniak, Vand, Svovlbrinte o. s. v. med en Mængde Mellemstadier, der hver især karakteriseres ved bestemte Arter af Bakterier. Og medens iltkrævende (aërobe) Former lever der, hvor Luften har Adgang, kan andre, iltskyende (anaërobe), Former

trives i Læ af disse eller i det indre af Kødet, hvor Luften ikke har Adgang. — Af de nitrificerende Bakterier er Nitratdannerne afhængige af Nitritdannerne, da de første ikke er i Stand til at ilte Ammoniak. Dette Stof er jo tilmed (efter Omeliansky og Winogradsky) en overordentlig kraftig Gift for Nitratbakterierne, saa at selv en meget ringe Mængde af det standser dem i deres Virksomhed. Denne begynder derfor først, naar Nitritbakterierne har omdannet alt tilstedeværende Ammoniak til Nitrit. — Og naar t. Eks. den anaërobe *Clostridium Pasteurianum* Winogradsky først ved visse aërobe Frænders Hjælp eller Knoldbakterierne kun i Samliv med Bælgplanterne bliver i Stand til at assimilere Luftens frie Kvælstof, har vi her ejendommelige Gensidighedsforhold, der sædvanlig betegnes ved Navnet Symbiose, og som har mange Analogier udenfor Bakteriernes Gruppe.[1]

2. Milieuets øvrige Beskaffenhed.

A. Den frie Ilt.

I Aaret 1861 gjorde Pasteur den mærkelige Opdagelse, at der fandtes et levende Væsen, der kunde undvære den frie Ilt under sin normale Livsførelse, og dette Væsen var en Bakterie. Dette vakte med Rette den største Opmærksomhed blandt Biologerne, for hvem det hidtil gjaldt som et uomstødeligt Dogme, at alt Livs normale Udfoldelse kræver fri Ilt som Drivkraft, uden hvilken der snart indtræder sygelige Tilstande og efterhaanden Døden. Her var det nu lige omvendt. Ti Pasteurs Bakterie kunde ikke blot til Stadighed undvære, men den kunde ovenikøbet slet ikke taale den frie Ilt. En Tilførsel heraf bragte øjeblikkelig dens Livsprocesser til at standse og dræbte den derefter. Ilten var en Gift for den. Uden Ilt derimod, i en Kulsyre- eller Brintstrøm, frembragte den Smørsyregæring i Druesukker, Mannit og Mælkesyre. Den har da sikkert været en af de nu saa godt kendte Smørsyrebakterier, men Arten kan forøvrigt ikke nær-

[1] Se herom f. Eks. *Warming & Johannsen: Den alm. Botanik.*

mere identificeres. Pasteur kaldte den »vibrion butyrique«. — Da han samme Aar opdagede, at den almindelige Ølgærsvamp ogsaa kunde undvære den frie Ilt og netop under saadanne Forhold fremkaldte — en efter hans Mening særlig kraftig — Gæring, opstillede han paa Basis heraf sin bekendte Gæringsteori, at »Gæring er Liv uden Luft« (herom senere).

I denne Slutning har Eftertiden ikke givet Pasteur Ret, men den har bekræftet hans Iagttagelser og føjet en stor Række nye til. Selv fandt han i 1863 endnu en Bakterie, der kunde leve uden den frie Ilt, og som forgærede vinsur Kalk, og i Øjeblikket kender vi et stort Antal Bakterier, der forholder sig paa samme Maade, foruden et endnu større Antal, der til Tider og under særlige Kulturbetingelser ligesaa vel trives uden som med fri Ilt. Det er derimod kun forholdsvis faa, der absolut kræver fri Ilt for at trives. Da Bakterierne hidtil er den eneste Gruppe af Organismer, om hvilke man ved, at de til Stadighed kan leve uden fri Ilt, indtager de ogsaa i saa Henseende en Særstilling blandt de levende Væsener.

Da Forholdet til Ilten spiller en overordentlig stor praktisk Rolle, bl. a. hvor det gælder om Rendyrkning, er det et af de første Spørgsmaal, der trænger sig frem og fordrer Besvarelse, naar vi faar med en Bakterie at gøre. Kræver den absolut fri Ilt for at trives, kalder vi den for obligat Aërobiont; kan den til Stadighed leve uden og skades eller dræbes af fri Ilt, obligat Anaërobiont; men kan den baade taale og (til Tider) leve uden fri Ilt, faar den Navnet fakultativ Anaërobiont[1]. En Væsensforskel er der mellem dem, der ganske kan undvære, og dem, der absolut fordrer fri Ilt, selv om det er i minimale Mængder, men ellers er der ingen skarpe Grænser mellem de 3 Grupper, som vi senere skal se.

Der er som sagt kun forholdsvis faa obligate Aërobionter, af hvilke de vigtigste er Salpeterbakterierne og Eddikesyrebakterierne og andre lignende, hvis Livsvirksomhed jo netop giver sig til Kende ved Overføring af fri Ilt; end-

[1] Betegnelsen *fakultativ Aërobiont* vil falde sammen hermed.

videre Bælgplanternes Knoldbakterier, Høbakterien, (*Bacillus subtilis*), *Sarcina lutea*, *Microspira luminosa* (*Photobacterium luminosum* Beijerinck m. fl.) Desuden Svovlbakterierne, der bedst trives i Ilt af lav Spænding, men dog ikke kan leve uden den. Denitrifikationsbakterierne er (efter Hj. Jensen) ogsaa obligate Aërobionter i den Forstand, at de ikke trives i Bouillon uden fri Ilt, naar der ingen Nitrater eller Nitriter er tilstede; i modsat Fald kan de nemlig ogsaa dække deres Iltbehov ved Reduktion af disse. Endelig nogle enkelte mindre vigtige Former.

Tallet paa kendte *obligate Anaërobionter* er derimod et ret anseligt. Pasteurs Smørsyrebakterie rummede rimeligvis flere Arter. I hvert Fald kender vi nu flere nøjagtigt beskrevne Former, hørende til denne Gruppe, der er obligate Anaërobionter. Foruden Prazmowskis *Clostridium butyricum* (der maaske heller ikke er en enkelt Art) er obligatanaërobe Smørsyrebakterier beskrevne af Botkin, Gruber, Perdrix, Flügge, Beijerinck, Chudiakow o. fl., ialt ca. 18 forskellige Arter. Af andre Gæringsorganismer en, der fremkalder Sumpgasgæring (Omeliansky), *Spirillum desulfuricans* Beijerinck og forskellige, der lever i Dynd og urent Vand (Popoff). Envidere den pag. 99 omtalte *Clostridium Pasteurianum* Winogradsky og nogle meget vigtige patogene Bakterier som *Bacillus Tetani* (Stivkrampeb.) *Bacillus oedematis* (*maligni*), *Bacillus carbonis* (*Bac. Chauveaui*, Raslesygens B.), en pyogen Bakterie (Fuchs) og enkelte andre. Det er ikke Meningen her at opregne alle kendte Arter, da nogle af dem ingen videre Rolle spiller. Kun skal der gøres opmærksom paa, at vi i Øjeblikket kender flere obligat-anaërobe end obligat-aërobe Bakterier.

Men største Delen af Bakterierne hører ellers til den tredje Gruppe, de fakultative Anaërobionter. Blandt disse finder vi næsten alle de vigtigere patogene Arter som Miltbrandb. (*Bacterium anthracis*), Tuberkelb. (*Bact. tuberculosis*), Difterib. (*Bacterium diphtheriæ*), Tyfusb. (*Bacillus typhosus*), den asiatiske Koleras B. (*Microspira Comma*), den ved Lungebetændelse hyppigste B. (*Bacterium pneumoniæ* Fränkel), de pyogene Kokker (*Streptococcus pyogenes*, *Micrococcus aureus*) o. fl., af Gærings-

organismer t. Eks. Mælkesyrebakterierne og mange Forraadnelsesbakterier (*Bacillus vulgaris*, Hauser), de fotogene og kromogene B., der dog i Reglen mister Evnen til at lyse og danne Farvestoffer, naar Ilten mangler, Lydia Rabinowitsch's thermofile Bakterier o. m. a. Netop ved denne deres Evne til baade at taale og undvære fri Ilt kommer de fakultative Anaërobionter til at spille deres store Rolle i Naturen, idet de ikke behøver at indstille deres Livsvirksomhed, saa snart den tilstedeværende Ilt er opbrugt, hvilket meget ofte finder Sted i det dyriske Legeme eller i de Medier, hvori de fremkalder Gæringer o. l.

Der har været ytret stærk Tvivl om, hvorvidt der nu virkelig gives Væsener, der til Stadighed kan undvære Iltningsprocesser som Energikilde (permanent-obligate Anaërobionter). De højere (flercellede) Dyr og Planter er jo nemlig alle obligate Aërobionter, og naar de dog til en Tid formaar at opretholde Livet og udføre et Stofskifte uden fri Ilt (intramolekulær Aanding)[1], er dette altid at betragte som et patologisk Fænomen, der, hvis det vedvarer, før eller senere har Døden til Følge. Anaërobiosen var da maaske for Bakterierne ogsaa kun en foreløbig og egentlig abnorm Tilstand. Andre mente, at Bakterierne paa en eller anden Maade ved de af dem fremkaldte Gæringsprocesser forstod at frigøre Ilt af de gærende Stoffer og anvende den paa samme Maade som ved den normale Respiration (Pasteur), og atter andre fremsatte den Formodning, at de under Anaërobiosen levede paa Bekostning af opmagasineret Ilt fra en tidligere aërob Tilværelse (Beijerinck). Men ingen af disse Forklaringer har dog vist sig at slaa til. Det maa derimod betragtes som absolut bevist, at der virkelig gives Bakterier, der gennem et ubegrænset Antal af Generationer kan leve og formere sig i Medier, hvor fri Ilt ikke er til at paavise ved de allerfineste Reaktioner og af mange andre Grunde heller ikke kan antages at være tilstede. Nogle af Anaërobionterne er ikke en Gang Gæringsvækkere, saa Anaërobiosen ikke nødvendig er knyttet til Gæringsprocesser. Men derimod synes det for alle Anaërober at være et absolut Livskrav, at der i Næringssubstratet findes et eller flere organiske Stoffer, der kan reduceres (Beijerinck). De anaërobe Bakterier maa derfor sikkert føre deres Liv paa en helt anden Maade end de aërobe, og de har desuden i Reglen tilpasset sig saaledes til denne Levevis, at de af den frie Ilt enten lammes eller endog dræbes.

[1] Se *Warming & Johannsen: Den alm. Botanik.*

Med Hensyn til de fakultativt anaërobe Bakterier er det endnu ikke afgjort, om nogle af dem muligvis ogsaa til Stadighed kan leve uden fri Ilt, eller de kun formaar dette i en vis begrænset Tid (temporært-fakultative Anaërobionter. Beijerinck). Men da vi jo her i det hele har med en overordentlig plastisk Gruppe at gøre, er det rimeligt, at der er den største Forskel mellem de forskellige Arter i saa Henseende. For nogle synes den anaërobe Tilstand at være den normale, den aërobe kun en lejlighedsvis (fakultative Aërobionter), og dette vilde efter det foregaaende jo i og for sig ikke frembyde noget mærkeligt.[1]

Naar Bakterierne forholder sig saa forskelligt overfor den frie Ilt, kommer det sikkert deraf, at der for hver enkelt Art under bestemte Kulturbetingelser eksisterer et Optimum, Maksimum og Minimum for Iltspændingen, ɔ: at de trives bedst under et bestemt Ilt-Partialtryk, og at de har forskellig Følsomhed overfor Variationer i dette. (Det samme er Tilfældet med højere Planter og Dyr). Medens nogle t. Eks. trives fortræffeligt i en ren Iltatmosfære eller endogsaa taaler Ilt af flere Atmosfærers Tryk, trives andre (de obligat aërobe Svovlbakterier) bedst ved en Iltspænding, der er meget under Atmosfærens almindelige. For de obligate Anaërobionter ligger Optimum endog ved 0^{mm} Iltspænding, selv om de kan taale eller vænnes til at taale adskillige Millimetres Ilttryk. Hvorledes Kravene i saa Henseende er forskellige, illustrerede Beijerinck ved omstaaende Figurer, hvor forskellige Slags bevægelige Bakterier ordnede sig i større eller mindre Afstand fra Overfladen i en Draabe flydende Næringssubstrat, der befandt sig i en iltholdig Atmosfære. Under vekslende Spændinger i denne flyttede de sig ud og ind. Yderst de, der kræver Ilt af høj Spænding, og inderst Anaërobionterne (»Aandingsfigurer«. Se Fig. 111).

I den nyere Tid er det lykkedes at dyrke de strængt anaërobe patogene Former *Bac. Tetani, Bac. carbonis* og

[1] Efter Undersøgelser, foretagne i Pfeffers Laboratorium, skal det være paavist, at nogle ellers udpræget aërobe B. formaar at opmagasinere Ilt i løsere Binding (som Hæmoglobinet) og paa Bekostning heraf i nogen Tid leve anaërobt.

Bac. oedematis (*maligni*) samt flere Smørsyrebakterier ved ret betydelige Iltspændinger (Kitt, Penzo, Kedrowsky, Chudiakow). En obligat anaërob Smørsyrebakterie, *Bactridium butyricum* Chudiakow, kunde vokse ved indtil 5^{mm} Luft-

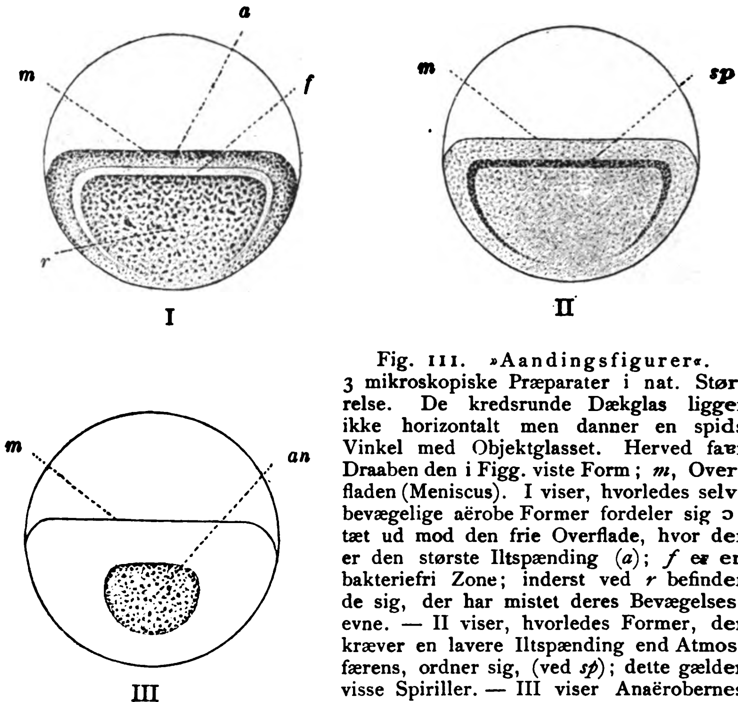


Fig. 111. »Aandingsfigurer«. 3 mikroskopiske Præparater i nat. Størrelse. De kredsrunde Dækglas ligger ikke horizontalt men danner en spids Vinkel med Objektglasset. Herved faar Draaben den i Figg. viste Form; *m*, Overfladen (Meniscus). I viser, hvorledes selvbevægelige aërobe Former fordeler sig ɔ: tæt ud mod den frie Overflade, hvor der er den største Iltspænding (*a*); *f* er en bakteriefri Zone; inderst ved *r* befinder de sig, der har mistet deres Bevægelsesevne. — II viser, hvorledes Former, der kræver en lavere Iltspænding end Atmosfærens, ordner sig, (ved *sp*); dette gælder visse Spiriller. — III viser Anaërobernes Fordeling paa Stedet med den laveste Iltspænding (*an*). (Efter Beijerinck).

tryk, derimod ikke ved 10^{mm}, hvorimod *Clostridium butyricum* Prazmowsky kunde vokse ved indtil 10^{mm}, men ikke ved 15^{mm}. Og den første af disse to kunde ved fortsatte Kulturer under successivt stigende Lufttryk vænne sig til at taale 50^{mm} Spænding og muligvis bringes endnu højere op, hvilket ikke blev forsøgt. *Bacillus oedematis* (*maligni*) og *Bac. Tetani* kunde vokse endnu ved 20^{mm}. *Bac. carbonis* endog ved 40^{mm} Lufttryk (Chudiakow). Af disse skal det være lykkedes ved Tilvænning til stadig større Iltmængder

at opelske Racer, der ikke er strængt anaërobe, men kan dyrkes under sædvanligt Lufttryk (Kitt, Kedrowski).

Paa den anden Side er det lykkedes at dyrke den obligat-aërobe *Bac. subtilis* ved 10^{mm} Lufttryk (men ikke ved 5^{mm}), dog kun paa et dertil særlig gunstigt Substrat (Dextrose-Pepton). Mærkeligt er det, at den samme Bakterie ogsaa

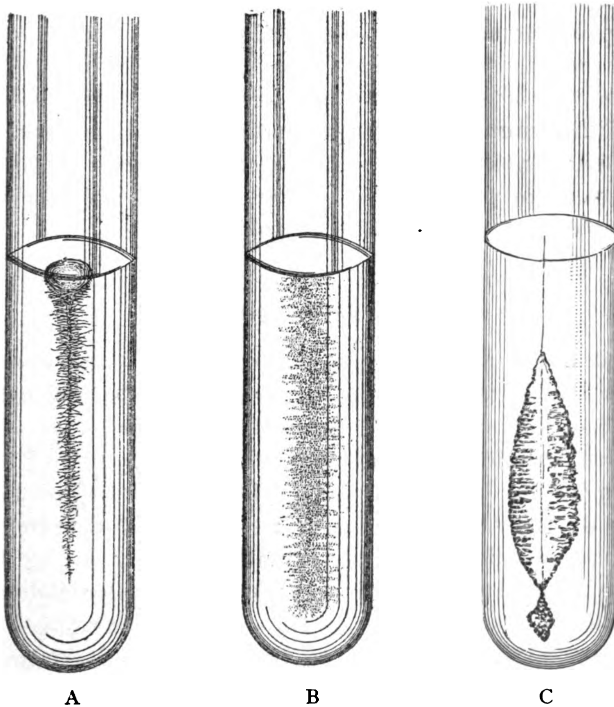


Fig. 112. A, **Aërob Type,** Miltbrand (*Bacterium Anthracis* Koch), (Efter Migula). B, **Fakultativ Anaërobiont,** Svinerødsygens Bakterie (*Bacterium erysipelatos suum* Løffler, Schütz, *rhusiopathiæ* Kitt), (Efter Migula). C, **Anaërob Type,** Stivkrampe (*Bacillus Tetani* Nicolaier), (Efter Ball).

lader sig dyrke i komprimeret Ilt (paa 3 Atmosfærer); men nu stillede den ganske andre Fordringer til Nærings-substratet. I Dextrose-Pepton fandt slet ingen Udvikling Sted, derimod nok i Glycerin-Pepton, Glycerin-Dextrose eller i Pepton alene. Dextrose-Kalisalpeter viste sig i ren Ilt som et meget bedre Næringsstof end i atmosfærisk Luft

(Chudiakow). (Om det gensidige Forhold mellem Ilten og de øvrige Næringsstoffer, se pag. 109).

Hvorledes Bakterierne stiller sig til Ilten, viser sig i Praksis ved de almindelige Stikkulturer[1] i fast Substrat (Agar, Gelatine), som hosstaaende Fig. 112 illustrerer. Har man Blandingskulturer af aërobe og anaërobe Former, vil de første udvikle sig bedst ved Overfladen, de sidste kun i dybere Lag, hvor de da ofte kan fremkalde en Opblæring af Agaren, hidrørende fra en med Gæringsprocesser følgende Luftudvikling.

Det vil af det foregaaende fremgaa, at den frie Ilt i visse Tilfælde er en Gift for Bakterierne og altsaa ikke hører ind under deres Livskrav. Det nys behandlede Afsnit maa derfor sammenholdes med et senere: Om Giftes (Antiseptikas) Indflydelse paa Bakterierne (p. 143 ff)

B. Temperaturen.

Bakteriernes kosmopolitiske og saa at sige allestedsnærværende Karakter er for en meget stor Del betinget af, at de har Repræsentanter, der kan taale snart sagt alle de Temperaturer, Jordens Overflade udsætter dem for, og vokse og formere sig lige fra 0° til 75°. Da selv de højeste Kuldegrader (f. Eks frossen Ilt paa ÷ 213°) ikke dræber alle Bakterier, — end ikke deres vegetative Former —, og Vækst og Formering kan ske ved 0°, er Muligheden for Bakterieliv ved Polerne ikke udelukket. Naturligvis er det dog kun et begrænset Antal Arter, der kan trives her, saa Bakterievegetationen som al anden Vegetation bliver højst kummerlig; men sikkert spiller den dog en ikke ganske ringe Rolle, navnlig i Polarhavene, hvor den bringer døde Fisk og andre Sødyr i den for Stoffernes Kredsløb saa vigtige Forraadnelse (Levin, se senere). — Paa den anden Side kan saa andre Bakterier, der kan trives ved de høje Temperaturer, udføre deres Livsfunktioner i saadanne Egne, hvor Solen gør Jordbunden brændende, eller hvor der af andre Grunde hersker en høj naturlig Varme (varme Kilder).

Bakteriernes Forhold til de ekstreme Temperaturer (Kulde

[1]) Se *Salomonsen: Bakteriologisk Teknik*, III. Udg. p. 62 og 113.

og høj Varme) vil blive behandlet paa et senere Sted (p. 128 ff.) Her skal kun omtales de Temperaturer, indenfor hvilke Bakterielivet udfolder sig, hvor der sker Vækst og Formering samt Udførelse af de særlige Livsfunktioner. Det maa da erindres, at Bakterierne ikke som de højere varmblodede Dyr kan regulere deres Egenvarme, men at de altid, hvor de ikke netop fremkalder en livlig Gæring eller anden varmeudviklende Proces (se senere), har samme Temperatur som Mediet, hvori

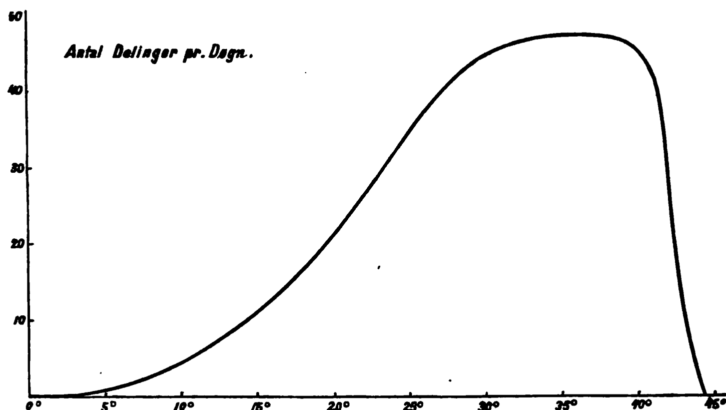


Fig. 113. Kurve for Temperaturens Indflydelse paa en almindelig patogen Bakteries Formeringshastighed. Skematisk.

de forekommer. Saa meget vigtigere for dem er det da, at de i Reglen kan taale temmelig store Variationer i Temperaturen.

Bakterielivet florerer nu ikke lige livligt overalt indenfor de nævnte Temperaturgrænser, men der findes en Minimums- og en Maksimumstemperatur, hvor Udviklingen henholdsvis begynder og ophører, og indenfor disse en Optimumstemperatur, hvor Livet udfolder sig mest intensivt. Betegnes Virkningen ved et Kurvesystem, hvor Vækst, Formering, Gæringsevne o. s. v. afsættes som Ordinater, medens Temperaturerne angives paa Abscisseaksen, stiger Kurven i Reglen jævnt og langsomt opad fra Minimum til Optimum, der dog oftere maa angives ved en Linje end ved et Punkt; det vil sige, indenfor et vist Temperatur-Spillerum gaar Kurven omtrent parallelt med Abscisseaksen, indtil den pludselig

ved en bestemt Temperatur synker brat og efter en Forøgelse af 1—5 Grader naaer Abscisseaksen igen (Maksimum). Man maa derfor ofte tale om en Optimalzone i Stedet for et Optimumspunkt. (Fig. 113).

De forskellige Livsprocesser er imidlertid ikke i samme Forhold afhængige af Temperaturen, og det bliver derfor ofte vanskeligt at angive, hvilken der er den gunstigste Varmegrad for en Bakteries hele Livsvirksomhed. Funktioner som Vækst og Formering, Sporedannelse, Bevægelse, Farvestofdannelse, Fosforescens, Giftproduktion, Gæringsevne osv. kan have hver sin Temperaturkurve. Det er saaledes ofte Tilfældet, at en enkelt Funktion kun udfolder sig indenfor langt snævrere Temperaturgrænser end andre. De fleste Undersøgelser, der hidtil er anstillede over Kravene til Temperaturen, angaar derfor ogsaa kun, hvorledes det har forholdt sig med Vækst og Formering. Men hertil er yderligere at bemærke, at de for disse gældende Temperaturgrænser kan forskydes efter Næringssubstratets Art og Reaktion, eftersom der er Ilt tilstede eller ej o. s. v. Paa denne Maade bliver det da meget vanskeligt at angive noget almindeligt, og enhver Angivelse maa ledsages af Oplysninger om de øvrige Kulturbetingelser for at faa reel Værdi. Og det er ikke sikkert, at den Temperatur, hvorved Vækst og Formering foregaar hurtigst, just er den gunstigste. Det er i hvert Fald bekendt, at Bakterierne ofte baade deler sig meget livligt og vokser ud til Kæmpeformer (Involutionsformer), der maa betragtes som Degenerationstegn, ved Temperaturer, der ligger over det, man ellers maa betegne som deres Optimum (se pag. 66—70). I Sammenhæng hermed kan nævnes, at Miltbrandbakterien i Kulturer paa visse kunstige Substrater har sit Optimum mellem 20° og 25°, medens den jo netop udfolder sine patogene Egenskaber ved 37°—39° under sit Ophold i varmblodede Dyrs Legemer, og at *Bacillus ramosus* Fränkel, der lever i Themsens forholdsvis kolde Vand, i Kulturer vokser bedst ved 30°—40°; netop ved 39° er Væksten allerhurtigst, skønt den staar lige ved Maximum, ti ved 40° dræbes Bakterien. Med dette in mente maa de i det følgende nævnte Tal ikke opfattes som gældende under alle ydre Forhold.

Medens en af Globig dyrket Jordbakterie voksede lige godt ved 15° og ved 68°, trives Tuberkelbakterien kun mellem 29° og 41° med Optimum ved 37°—38°[1]. Intervallet mellem Minimum og Maksimum kan altsaa være af højst forskellig Størrelse. Der kendes ikke saa ganske faa Bakterier, der vokser ved 0° (lysende Havbakterier, Fischer, Forster), og endnu flere, der begynder Væksten et Par Grader over 0°; disse har da gerne deres Optimum ved 15°—20° og Maksimum ved 30°—40° (psychrofile B.).

I Modsætning hertil staar de saakaldte thermofile Bakterier, der i Reglen ikke vokser under 40°—45°, trives bedst ved 50°—70° og undertiden kan vokse ved op til 75°, altsaa over de kendte Æggehvidestoffers Koagulationstemperatur. Disse højst mærkelige Bakterier forekommer meget hyppigt i Jordbundens øverste Lag, i Ekskrementer, i Menneskers og Dyrs Fordøjelseskanal, i urent Vand, varme Kilder[2] o. s. v. og ofte paa saadanne Steder, t. Eks. i nordlige Lande, som Norge, at man skulde undres over, at de kunde blive udsat for saa høj en Temperatur, som de kræver til deres Vækst. Globig forklarede det gaadefulde heri ved at henvise til, at Jordens øverste Lag ved direkte Solbelysning ofte bliver meget stærkt opvarmede, medens M'Fadyean & Blaxall mente, at den fornødne Varme skaffedes til Veje ved Gæringsprocesser, der indlededes af almindelige Forraadnelsesbakterier, som saaledes senere afløstes af de thermofile Arter. Og endelig har Lydia Rabinowitsch paavist, at de i Menneskers og Dyrs Fordøjelseskanal forekommende Arter kan vokse ved en lavere Temperatur (34°—44°), naar de beskyttes mod Iltens Adgang (lever anaërobt), og da dette jo meget let kan finde Sted inde i den dyriske Organisme eller lidt under Jordoverfladen og paa lignende Steder, kan deres stadige og hyppige Forekomst forklares herved.

[1] I nyeste Tid skal det dog være lykkedes at dyrke Tuberkelbakterien ved alm. Temp., naar den i nogen Tid har været indpodet paa Staalorme.

[2] Foruden Bakterier har man fundet flere grønne og blaagrønne Alger, ja endogsaa Krebsdyr og Hjuldyr, der kan taale de høje Temperaturer. Blaagrønne Alger er fundne vegeterende i Vand paa over 90°. (Se *Warming: Plantesamfund* p. 133).

Mellem disse Yderpunkter ligger den store Mængde af Bakterierne, forresten med alle mulige Overgange. Hertil hører de almindelige Gæringsorganismer samt de patogene Former, hvis Temperaturgrænser har en større Interesse.

	Minimum	Optimum	Maksimum
Bacillus subtilis...	6°	30°	50°
Microspira Comma	8°—12°	37°	40°
Bact. anthracis ...	12°	37° (20°—25°)	43°—45°
Bact. diphtheriæ ..	18°—20°	33°—37°	40°
Bact. influenzæ ...	26°—27°	37°	43°
Bact. tuberculosis..	29°	37°—38°	41°

Af ovennævnte Bakterier er de 3 sidste i deres Udvikling absolut afhængige af en parasitisk Tilværelse, hvorfor de alle har deres Optimum ved Menneskets normale Blodtemperatur og kun en meget kort Afstand mellem Minimum og Maksimum. Miltbrandbakterierne lever foruden parasitisk ogsaa saprofytisk ude i Naturen, og Kolerabakterien kan i kortere Tid friste Livet bl. a. i Flodvand. *Bacillus subtilis* derimod, som til Stadighed lever udenfor den levende Organisme, har vænnet sig til lavere Temperaturer, dog med et usædvanlig stort Interval mellem Minimum og Maksimum (5°—ca. 50°).

Endnu en Grund til, at de fleste Talangivelser om Kravene til Temperaturen maa opfattes med et vist Forbehold, er den, at Bakterierne efterhaanden kan vænnes til at leve ved højere eller lavere Temperaturer end de sædvanlige. Hvorledes de da ofte skifter Egenskaber, ja ligefrem danner nye Racer, d. v. s. faar nye arvelige Karakterer, vil blive omtalt senere.

C. Andre fysiske Faktorer.

Hvad Lys, Elektricitet, Tryk o. s. v. angaar, er Bakteriernes Krav nærmest af negativ Art, d. v. s. de kræver Fraværelsen af f. Eks. for stærkt Lys, for høje elektriske Spændinger o. a., som kan skade dem. Lyset er, som det senere vil blive udviklet, som Regel i høj Grad skadeligt for Bakterier, og da navnlig de mest brydbare Straaler i Spektret. En Und-

tagelse gælder maaske for de røde Svovlbakteriers og de grønne Bakteriers Vedkommende, hvis disse virkelig er i Stand til at assimilere Kulsyre og Vand ved Lysets Hjælp (se pag. 94—95) som Engelmann paastaar. Samme Forsker angiver ogsaa, at Bevægelsesevnen hos hans *Bacterium photometricum* (en Chromatiumart) skulde være afhængig af Lyset, men ogsaa her modsiges han af Winogradsky, der i det højeste har kunnet konstatere en Indflydelse paa den paagældende Bakteries Bevægelsesretning. (Se ogsaa herom senere.)

Der er næppe nogen Bakterie, der fordrer en bestemt elektrisk Spænding i Næringssubstratet for at kunne trives, selv om de ofte kan taale forholdsvis høje Grader af en saadan (se senere). Og skønt der findes Bakterier paa meget store Havdybder eller i Medier, som er i stærk Bevægelse, er det ikke givet, at høje Tryk eller visse Bevægelsestilstande hører med til Bakteriernes Livskrav. Muligvis kan slige Forhold øve en modificerende Indflydelse paa andre Faktorers Indvirkning. Men herom nærmere i næste Paragraf.

§ 2. Livskaarene.

De Forhold, hvorunder Bakterierne lever, kan være enten af tilfældig eller vilkaarlig Art, eftersom det er de Kaar, de som vildtvoksende Planter forefinder ude i Naturen, eller dem, de udsættes for af Mennesket, naar de dyrkes som Kulturplanter eller er Genstand for en Udryddelseskrig. Ude i Naturen maa de føre den almindelige Kamp for Tilværelsen, Kampen for Næring og Plads og imod Næringsmangel, Udtørring, høje og lave Varmegrader, Lys, skadelige Stoffer, mod hinanden indbyrdes eller mod andre Organismer, og, naar de snylter i disse, da ofte særlig mod bestemte Celler (Fagocyterne) o. s. v. Og i Betragtning af deres Lidenhed er de ofte ganske godt udrustede til at føre denne Kamp. Det er jo bekendt nok, hvorledes Mennesker og Dyr saa ofte maa ligge under for disse deres »usynlige« Fjender, og Erfaringen har lært os, at Bakterierne ikke alene er mægtige overfor andre Organismer, men ofte ogsaa i særlig Grad fremfor disse modstandsdygtige mod ydre skadelig Paavirkning. Deres rent mærk-

værdige Modstandsevne i saa Henseende vil vi ofte i denne Paragraf komme til at berøre. Her skal kun nævnes, at de i Sporeformen og lignende Hviletilstande har deres vigtigste Beskyttelsesmiddel, d. v. s., naar skadelige ydre Forhold indfinder sig, indstiller de saa vidt mulig al Livsvirksomhed og oppebier i Dvaletilstand bedre Tider.

Siden Bakterierne er blevne opdagede, har de i Mennesket fundet en ny og farlig Fjende, undtagen i de Tilfælde, hvor de ere tagne i dets Tjeneste og dyrkes som Kulturplanter. Det meste af det store Arbejde, Bakteriologerne har udført i de sidste 30—40 Aar, har netop gaaet ud paa at finde Midler, hvormed det dræbende Slag kan føres mod de Bakterier, der bringer Sygdom og Død over Mennesker og Dyr, og der staar heldigvis i Øjeblikket ikke faa saadanne effektive Midler til vor Raadighed. De benævnes med et fælles Ord Desinfektions- eller Sterilisationsmidler, og deres Anvendelse har bevirket de største Fremskridt saavel i den almindelige Hygiejne og Kirurgien som paa forskellige Omraader i det praktiske Liv. Først ved Desinfektionsmidlernes Hjælp er det lykkedes at dyrke Bakterier i Renkulturer og derigennem nøje at studere de enkelte Arters morfologiske og biologiske Ejendommeligheder. Da Bakterierne jo er saa at sige allestedsnærværende, gælder det, hvis man vil rendyrke en enkelt Art, først at dræbe alle andre og ved Sterilisation af Substratet sikre sig imod, at man faar andre Arter i sin Kultur end den, man netop ønsker at dyrke[1]. Under saadanne Forhold indskrænker man sig altsaa ikke til at dræbe de i og for sig farlige Former (de patogene), men ogsaa alle andre maaske uskadelige eller gavnlige, ligesom man jo ofte ved Renkultur af de patogene Former netop skaaner disse paa de andres Bekostning.

Det er derfor af største Vigtighed nøje at kende de Forhold, hvorunder Bakterierne dræbes, saavel dem, Naturen udsætter dem for, som dem, det staar i vor Magt at hidføre ad kunstig Vej, ligesom det har sin store Interesse at undersøge, hvilken Indflydelse paa Livsvirksomheden visse Fak-

[1] Om Kulturmetoder, Sterilisation og Desinfektion, se forøvrigt *Salomonsen: Bakteriologisk Teknik.* III. Udg. 1894.

torer kan have, der i og for sig ikke virker dræbende, men heller ikke hører med til de Krav, Bakterierne stiller ti deres normale Livsførelse.

1. Næringsmangel. Udtørring.

Af det foregaaende (Afsnittet om Næringsstofferne) fremgaar det, at naar den nødvendige Næring ikke findes, foregaar der heller ingen Bakterieudvikling. Nu hænder det jo meget ofte i Naturen, at Bakterierne ikke finder netop den Næring, de kræver, og mange gaar derfor til Grunde af Næringsmangel, af Sult. Som vi ogsaa tidligere saa, kan dette ske, naar blot et enkelt Næringsstof mangler, selv om det kun kræves i minimale Mængder. Og da mange Bakterier kræver ganske bestemte Stoffer, som ikke findes almindelig udbredte, er de udelukkede fra at leve paa de Steder, hvor saadanne ikke findes.

Det blev ogsaa tidligere nævnt, at Bakterierne kun kan optage deres Næring i opløst Tilstand. Selv den rigeste Overflod paa fortrinlige Næringsmidler bliver derfor uden Nytte, naar der ikke findes tilstrækkelig Vand til at gøre Næringen opløselig. Og da der netop ofte i Naturen indtræffer Vandmangel, er Udtørringen en af de Faktorer, der oftest hindrer Bakterielivet i at udfolde sig, foruden at den hidfører mange Arters snarlige Død. Der er imidlertid en højst forskellig Modstandskraft overfor Udtørring indenfor de forskellige Arter. Værst farne i saa Henseende er i Almindelighed de Former, der ikke danner Sporer, skønt der blandt disse findes Undtagelser, der ikke staar tilbage for de sporedannende Arter. Tuberkelbakterien kan f. Eks. taale Udtørring i indtil $^1/_2$ Aar. Dog vil den vegetative Celle i Reglen hurtig dø, naar den udsættes for en intensiv Udtørring, og hvis den i længere Tid kan modstaa denne, maa man antage, at den ved særegne Midler (Vægfortykkelser o. l.) beskytter sig herimod (»Dauerzustände«). Dette er f. Eks. Tilfældet med Tuberkel-, Difteri- og Tyfusbakterien, *Micrococcus pyogenes aureus* o. a. patogene Arter. Den første kan holde sig udviklingsdygtig i Luftstøvet i 3—4 Maaneder og

paa den Maade finde Lejlighed til at overføres fra et Individ til et andet, Difteri- og Tyfusbakterierne kan i hvert Fald i nogle Uger holde sig levende selv ved den stærkeste Udtørring. Men om nogen Udvikling er der naturligvis ikke Tale ude i Naturen. — I Modsætning til disse dræbes den ligeledes sporefri Koleraspiril ved 3—4 Timers Udtørring, medens den kan holde sig i Live i Flodvand i 3—4 Uger (Koch). Endnu mere følsomme overfor Udtørring skal *Bacterium pneumoniæ* Fränkel samt nogle i Vand levende Spiriller være. Men de Bakterier, der fremkalder spontane Gæringer, som Mælkesyre- og Forraadnelsesbakterier, maa kunne taale lang Tids Udtørring og Passage med Luftstøvet, da de jo overalt, naar blot en passende Temperatur er tilstede, fremkalder Gæring i Mælk og Æggehvidestoffer.

De sporedannende Arter besidder ofte en forbavsende Modstandskraft mod Udtørring. Miltbrandsporer spirede endnu, efter at de i 10 Aar havde henligget paa et tørt Sted (Koch), og Sporer af *Bacillus Megatherium* voksede ud efter 3 Aars Udtørring (Swan). Af andre sporedannende patogene Arter skal endnu nævnes Tetanusbacillen, der forekommer udbredt i Jorden og sikkert ofte her er udsat for Udtørring, samt de to andre anaërobe Arter: *Bacillus oedematis (maligni)* og *Bacillus carbonis (Chauveaui)*. Som tidligere omtalt virker Ilten dræbende paa disses vegetative Celler, men Sporerne, der under Udtørringen tillige er udsatte for Iltens frie Adgang, taaler ogsaa denne i længere Tid. — Blandt de ikke patogene sporedannende Arter, der udbredes med Luftstøvet, skal nævnes Smørsyrebakterierne og flere Forraadnelsesbakterier.

2. Ekstreme Temperaturer.

I et foregaaende Afsnit blev omtalt, indenfor hvilke Temperaturgrænser Bakterielivet kan udfolde sig, og Udviklingens Afhængighedsforhold til Temperaturen. Spørgsmaalet bliver nu, hvorledes Bakterierne forholder sig, naar disse Grænser overskrides, om Udviklingens Standsning da tillige betyder selve Livets bestandige Ophør.

Dette er imidlertid langt fra Tilfældet. Udenfor disse

Grænser gaar Bakterierne i en Dvaletilstand og kan i denne ofte taale det næsten utrolige i Retning af baade Kulde og Varme.

Rigtignok er der, hvor der er Tale om Temperaturens Virkning, flere andre Forhold at tage med i Betragtning: 1) Bakteriernes Tilstand, om de er fugtige eller indtørrede, om det er vegetative Celler eller Sporer, unge eller gamle Kulturer; 2) Tiden, som Indvirkningen varer; 3) Mediets Natur, sur, neutral eller alkalisk Reaktion o. l.; 4) det atmosfæriske Tryk, hvorunder Varmen virker (tør sammenpresset Luft, spændte og overhedede Vanddampe o. s. v.); 5) om Bakterierne kun udsættes en enkelt Gang eller flere gentagne Gange for en bestemt Varmegrad; 7) om Ilten har Adgang eller ej m. m. Disse Forhold griber nemlig modificerende ind paa Temperaturens Indflydelse og navnlig, hvor det gælder de høje Varmegrader, der har særlig Betydning i Praksis.

Overfor lave Temperaturer viser Bakterierne en Modstandskraft, der er rent ud forbavsende. Medens Vækst og Formering i Reglen standser nogle Grader over 0° og kun i Undtagelsestilfælde foregaar endnu ved denne Temperatur, kan selv de sarteste patogene Bakterier ofte taale en Afkøling langt under Frysepunktet. Saaledes mistede Tuberkelbakterien ikke sin Spiredygtighed ved i 17 Dage at befinde sig ved en Temperatur, der om Dagen var + 10°, men om Natten gik ned til ÷ 7° (Galtier); selv Temperatursvingninger havde ingen Indflydelse. Kolerabakterien kan taale at overvintre ved ÷ 14° (Babes), og Kasansky fandt Difteritis, og Pestbakterier i Live efter 118 Dage ved ÷ 31°, skønt de sidste havde været optøede og dernæst igen stivfrosne 8 Gange. Og disse Arter danner endda ikke Sporer; det er selve den vegetative Celle, der taaler slige Kuldegrader. Og sporefri Miltbrandbakterier kan uden at tabe deres Virulens taale en uafbrudt Afkøling til ÷ 27° i 12 Dage (Klepzoff). Men ganske naturligt overgaar ogsaa i denne Henseende Sporerne de vegetative Celler. Sporer af Miltbrand- og Høbakterien spirede efter 20 Timers Ophold ved ÷ 130° eller 108 Timer ved ÷ 70°; den første havde endog bevaret sin Virulens; men de samme Bakteriers vegetative Celler døde

ved denne Behandling. Det angives endog, at visse Arter har taalt et kort Ophold i frossen Ilt ved ÷213⁰ (Pictet & Young).

Ved de høje Temperaturer maa det foruden Tiden, der jo ogsaa kan udtrykkes i Tal, navnlig angives, om Varmen har paavirket Bakterierne i tør eller i fugtig Tilstand, og om det er sporebærende eller sporefri Bakterier, der arbejdes med. I tør Tilstand kan Bakterierne nemlig altid taale langt højere Varmegrader end i fugtig, og da tør, varm Luft netop udtørrer dem og derved øger deres Modstandskraft, virker den mindre dræbende end Væsker og hede Vanddampe af samme Temperatur. Forklaringen paa de tørre Bakteriers større Modstandskraft maa vist søges deri, at Cellens Protoplasma kun koagulerer med et vist Vandindhold. Det stærkt koncentrerede og vandfattige Protoplasma-Æggehvidestof forandrer ved de høje Temperaturer ikke synderligt sin Konsistens, før det delvis forkuller eller forbrænder. Forskellen træder tydeligt frem i følgende Eksempel: Miltbrandsporer tilintetgøres allerede ved 2 Minutters Kogning (100⁰), medens de i tør Tilstand ved 140⁰ først er dræbte efter 3 Timers Indvirkning. Og hvad Forskellen mellem de vegetative Cellers og Sporernes Modstandskraft mod høj Varme angaar, kan man almindeligvis sige, at Størsteparten af de første i fugtig Tilstand dræbes under 100⁰, Størsteparten af de sidste først over 100⁰, naar det kun drejer sig om en kortere Tids (nogle Minutters) Opvarmning.

Da det i det praktiske Liv ved Sterilisation og Desinfektion har saa stor en Interesse at kende de Temperaturer, hvorved de forskellige Bakterier under sædvanlige Forhold dræbes, skal her nævnes en Række Tal, der gælder nogle af de almindeligste eller farligste Bakterier, idet vi holder sporefrie og sporebærende Former skarpt ude fra hinanden.

Sporefri Celler. Om disse gælder det ofte, at deres Dræbningstemperatur kun ligger lidet højere end Maksimum for Vækst og Formering.

Efter 20 Minutter var f. Eks.:

Bacterium anthracis .... dræbt ved 50⁰ [1] (Chauveau).
Bacterium tuberculosis .... — 60⁰ (Bonhoff).

[1] Angivelserne gælder for friske Kulturer.

Efter 10 Minutter var:

Microspira Comma	dræbt ved	52°	(Sternberg).
Streptococcus pyogenes	—	54°	(Sternberg).
Bacterium anthracis	—	54°	(Chauveau).
Bacterium mallei	—	55°	(Løffler).
Bacillus typhosus	—	56°	(Sternberg).
Pseudomonas pyocyanea, Gessard	—	56°	(Sternberg).
Bacterium acidi lactici, Hueppe .	—	56°	(Sternberg).
Micrococcus aureus.............	—	58°	(Sternberg).
Bacterium murisepticum	—	58°	(Sternberg).
Bact. erysipelatos suum (rhusiopathiæ)	—	58°	(Sternberg).
Bacillus prodigiosus	—	58°	(Sternberg).
Microccocus gonorrhoeæ.........	—	60°	(Sternberg).
Bacterium diphtheriæ...........	—	60°	(Løffler).

Efter 5 Minutter ved 70°
dræbtes Tuberkel-, Miltbrand-, Tyfus-, Kolera-, Musetyfus-, Hønsekolera-, Svinerødsygebakterierne samt pyogene Kokker (Klein, Yersin). Enkelte er endnu mere følsomme. Om Kolerabakterien angives det at den dræbes efter 30 Sekunders Forløb ved 55.5°. Men som praktisk Regel kan det ellers fastslaaes, at patogene sporefrie Former dræbes ved 5 Minutters Opvarmning til 70°. Her vil altsaa den saakaldte »Pasteurisering«, der bestaar i en kortere Tids Opvarmning til Temperaturer under Kogepunktet (70°—85°), være en fuldt ud beskyttende Forholdsregel ved Sterilisation af Fødemidler, hvor man tilsigter at dræbe de smittefarlige Kim. Mælk bør helst opvarmes til 85°.

Sporerne har som sagt altid større Modstandskraft end de vegetative Celler mod de højere Varmegrader, og da navnlig i tør Tilstand. Vil man »tørsterilisere«, saaledes som man i Reglen gaar frem med Glas- og Metalsager, der taaler en stærk Ophedning, maa man, for at være helt sikker paa, at alle Sporer er dræbte, opvarme til 150° i ½—1 Time. Ti som ovenfor nævnt taalte jo Miltbrandsporer Opvarmning til 140° i indtil 3 Timer, og der findes andre Bakterier, hvis Sporer er lige saa sejglivede.

Skønt de fleste Sporer taaler Kogning, kan man dog i

Reglen faa dem dræbte, naar der koges i tilstrækkelig lang Tid; men de forskellige Arters Modstandskraft er ret forskellig. Medens Miltbrandsporer dør efter 2 Minutters Kogning, maa Høbacillens Sporer koge i indtil en Time, for at man kan være sikker paa at have faaet alle tilintetgjorte. Særlig modstandsdygtige er visse Jordbakterier, der fra Urenheder paa Køernes Yver ofte kommer i Mælken. Christen fandt f. Eks. Former, der først dræbtes af spændte Vanddampe

paa 100^0	efter mere end	16	Timer,
- 105^0—110^0......	efter	2—4	—
- 115^0	—	30—60	Minutter,
- 120^0	—	5—15	—
- 125^0—130^0	—	c. 5	—
- 140^0	—	1	—

Ved Anvendelse af strømmende Vanddampe (Kochs Dampsterilisationsapparat) opnaaes den Fordel fremfor ved almindelig Kogning, at man faar Varmen mere ligelig fordelt gennem Substratet, og naar Opvarmningen sker under Tryk, i Autoklave (Papins Gryde), opnaar man at faa Dampe paa Temperaturer over 100^0 (spændte Vanddampe).

Endelig anvendes undertiden til Sterilisation overhedede Vanddampe (over 100^0), ved normalt Tryk, men da disse ikke er mættede, ligner de i deres Virkning den tørre Luft og virker ikke saa kraftigt steriliserende som mættede Dampe paa 100^0. Hvis man blander Dampen med Luft, svækkes ligeledes dens steriliserende Kraft. — Det skal dog nævnes, at man ogsaa kan dræbe sporebærende Bakterier uden just at opvarme til 100^0 eller derover. Opvarmer man i flere paa hinanden følgende Dage (5—6 Gange) $^1/_2$ Time til 70^0, vil et hvilket som helst fugtigt Substrat dog blive steriliseret. Saa godt som alle vegetative Celler dræbes nemlig for hver saadan Opvarmning, og i Mellemtiden vil Sporerne spire ud til andre vegetative Celler. Naar der nu ikke bliver Tid og Lejlighed til ny Sporedannelse, vil paa den Maade alle Bakterier blive dræbte (Tyndalls fraktionerede Sterilisationsmetode). Denne Metode anvendes f. Eks. ved Sterilisation af Serum, der for

at benyttes til Dyrkning ikke taaler at opvarmes til Albuminstoffernes Koagulationstemperatur[1].

Naar forskellige Forskere ikke altid er komne til de samme Resultater med Hensyn til den Temperatur, hvorved en Bakterie dræbes efter en vis Tids Indvirkning, kan det ligge i, at en eller flere af de ovenfor nævnte Biomstændigheder har været forskellige i deres Forsøg. Saaledes vil i Reglen unge, livskraftige Kulturer, der er vel ernærede (ɔ: dyrkede paa et gunstigt Substrat) og i livlig Deling, være mere modstandsdygtige mod høje Temperaturer end gamle, svækkede Celler, der har standset deres Delinger, og hvor der ikke er Tale om Sporer; og indenfor den enkelte Art kan Raceforskelligheder gøre sig gældende og influere paa Resultaterne. Saaledes kan jo ogsaa Mediet, hvori Bakterien forekommer, spille en Rolle. Medens en Kultur af Tuberkelbakterier i Glycerin dræbes ved 70° i 5 Min., kan Bakterierne i tuberkuløst Væv taale Opvarmning til 71° i 10 Min. (Galtier, Yersin). Og Mediets Reaktion er tillige en vigtig Faktor. Sure Væsker steriliseres lettere end neutrale og alkaliske, hvilket naturligvis kan hidrøre fra en dræbende Virkning af selve Syren, der dissocieres under Opvarmningen. Men her er tillige et Forhold, som det er værd at lægge Mærke til, og som allerede Pasteur iagttog. Selv om alle Kim ikke dræbes ved Kogning, kan et Substrat dog holde sig tilsyneladende sterilt, naar det har en vis lav Syregrad, da denne hindrer Sporerne i at spire. Men sættes til et saadant Substrat t. Eks. en Smule kulsur Kalk, saa Reaktionen bliver neutral eller svagt alkalisk, kan Sporerne begynde at vokse ud. I Overensstemmelse hermed er det vanskeligt at sterilisere Mælk alene ved Kogning, da den reagerer svagt alkalisk, medens Urin og Gærvand, der reagerer svagt sur, holder sig klare og tilsyneladende sterile efter en Kogning. Dog, hvis man sætter kulsur Kalk til de sidste, indtræder ofte Uklarhed, fordi Sporerne i Virkeligheden ikke har været dræbte, men kun været hindrede i at vokse ud.

[1] Angaaende Detaillerne ved Sterilisationsmetoderne, se *Salomonsen: Bakteriologisk Teknik.* III Udg. 1894.

8. Lyset.

Skønt Lys er et absolut Livskrav for alle klorofylførende Planter, der kun ved dettes Hjælp kan assimilere Kulsyre (deres vigtigste Næringsmiddel), kan det dog under nogle Forhold og i visse Henseender ogsaa være skadeligt for de samme Planter. Mange af dem taaler saaledes ikke direkte Sollys men trives kun i Skygge, og andre beskytter sig mod stærkt Lys ved Hjælp af et tæt Filt af luftfyldte Haar, der kaster Lyset tilbage, eller gule og røde Farvestoffer, som absorberer netop de af Lysets Bestanddele (de blaa-ultraviolette Straaler), der har vist sig at have den største skadelige Indflydelse. Denne kan f. Eks. bestaa i en Nedstemning af Væksthastigheden (i Tokimbladedes Stængler) eller en Destruktion af Klorofyllet, og det synes som om den nævnte Del af Spektret ikke er synderlig medvirkende ved Kulsyreassimilationen, hvor det navnlig er de røde og gule Straaler der fungerer.

Hvad Bakterierne, der jo som Regel ikke benytter Lyset til Kulsyreassimilation (se dog pag. 94—95), angaar, er der da paa Forhaand intet mærkeligt i, at Lyset hovedsagelig virker skadeligt. Talrige Forsøg har nu ogsaa bekræftet, at det ikke blot hæmmer dem i Væksten og skader deres forskellige Livsfunktioner, men at det ofte ogsaa dræber dem.

Nu kommer det rigtignok an paa, hvad man forstaar ved Lys, da dette jo er et ret sammensat Begreb. Ligesom de forskellige Varmegrader virker højst forskelligt, saaledes ogsaa de forskellige Lysgrader. Det er kun ved og over en vis Lysstyrke, at de ovennævnte Egenskaber ved Lyset gør sig gældende, og blandt det hvide Lys' forskellige Straaler er der ligeledes en stor indbyrdes Forskel. Og da tillige Lyset ved at passere igennem de Medier, hvori Bakterierne forekommer, baade kan svækkes, ved Absorption af visse Straalearter, eller brydes, saaledes at Straalerne spredes, og det maaske netop ofte virker sekundært ved at fremkalde Temperaturstigninger, kemiske Forandringer i Substratet m. m., er der ved Undersøgelser af den Art mange Hensyn at tage,

[1] Se herom nærmere *Warming & Johannsens Alm. Botanik* eller *W. Johannsens Lærebog i Plantefysiologi.*

som ikke altid er tagne, og hvorfor forskellige Forskere ofte er komne til højst afvigende Resultater. Dog synes alle at være enige om, at stærkt (direkte) Sollys saavelsom kraftige kunstige Lyskilder — navnlig det elektriske Buelys — virker skadeligt paa alle Bakterier, og at disse derfor (med Undtagelse af de røde Svovlbakterier og nogle grønne, klorofylførende Bakterier) trives bedre i Mørke end i Lys. De fleste og bedste Undersøgelser bekræfter tillige, at det navnlig er de stærkt brydbare (blaaviolette-ultraviolette) Straaler, der har den kraftigste bakteriedræbende (baktericide) Virkning, medens maaske alle Straalearter fra rødt af stigende mod ultraviolet ved en passende Lysstyrke har en hæmmende Indflydelse paa Væksten (Af Bie konstateret for *Bacillus prodigiosus*' Vedkommende).

Naar visse Forskere er komne til helt andre Resultater, har man altid kunnet paavise, at de har brugt altfor svage Lyskilder eller ikke har taget tilbørligt Hensyn til den Svækkelse, Lyset lider ved Spredning og Absorption. Flere har f. Eks. anvendt Gas- og Glødelys eller spredt Sollys, der ingen synderlig baktericid Virkning har; de har benyttet Glaslinser til Brydning, hvorved en stor Del af de mest brydbare Straaler er blevne absorberede, eller de har ladet Lyset passere Glasvægge eller stærkt lysabsorberende Næringssubstrater, før det har naaet Bakterierne. I Følge Undersøgelser, anstillede paa Finsens Lysinstitut, er det af de almindelige Lyskilder kun det direkte Sollys og det elektriske Buelys, der virker særlig skadeligt paa Bakterier, og her har man undgaaet Absorptionen ved at koncentrere Lyset gennem Linser af Kvarts, der saa at sige intet Lys absorberer, og udelukket Varmevirkningen ved Passage gennem Vandlag (eller Alunopløsninger), der ofte netop indesluttedes af Kvartsvægge.

Lysets bakteriedræbende Evne gøres let anskueligt ved følgende Forsøg, anstillet af H. Buchner (Fig. 114). I en Petriskaal med et tyndt Lag Kødvand-Pepton-Agar udsaaede han jævnt fordelt over hele Overfladen en Kultur af Tyfusbaciller. Paa den udvendige Side af Skaalens Bund klæbede han sorte Papirbogstaver, der dannede Ordet »Typhus«, udsatte saa Skaalen med Bunden i Vejret for 1—1½ Times direkte Sollys eller 5 Timers spredt Dagslys. Da Skaalen derefter blev stillet i et mørkt Rum i 24 Timer, var Bakterierne kun voksede frem paa

de Steder, der var blevne beskyggede af Papiret, og Ordet »Typhus« tegnede sig med aldeles skarpe Kanter. Alle Bakterier udenfor dette Ord var dræbte. — En Kultur af Tuberkelbakterier, der hensættes i et Vindue med direkte Sollys, vil ogsaa være dræbt efter faa Timers Forløb (Koch). — Selv Sporer, der dog ellers udmærker sig ved særlig stærk



Fig. 114. *Bacillus typhosus*-Kultur paa Kødvand-Pepton-Agar i Petriskaal, udsat for direkte Sollys i 1½ Time, derefter henstillet i Mørke i 24 Timer. Kun paa de Steder, hvor paaklæbede sorte Papirbogstaver, dannende Ordet »Typhus«, har beskyttet mod Lyset, er Bakterierne voksede frem. Noget formindsket. (Efter H. Buchner).

Modstandskraft mod Varme og Udtørring, modstaar kun ganske kort Lysets Indvirkning. Saaledes fandt Arloing Miltbrandsporer dræbte efter 2 Timers Bestraaling af direkte Sollys, medens de sporefri Bakterier kunde taale indtil 25 Timers Bestraaling under ellers samme Forhold. Og dette fandt Sted, selv om Kulturerne anbragtes paa Is, hvor Sporerne ikke kunde spire frem under selve Belysningen. At Miltbrandbakterien let dræbes af stærkt Lys, er bekræftet af andre Forskere (Roux, Marshall Ward, Momont), men

det samme gælder for næsten alle patogene Bakterier, der har været Genstand for Undersøgelse: foruden Tyfus og Tuberkulose (Pansini, Chmielewski) tillige *Microspira Comma* (Pansini), *Streptococcus erysipelatos* (Chmielewski), Svinerødsygens Bakterie (Charrin), Betændelseskokkerne o. fl. — Difteribakterier har dog en ret stor Modstandskraft mod Lyset. I destilleret Vand dræbtes de efter 2—8 Timers stærkt direkte Sollys, men 4—5 Dage gamle Agarkulturer blev ikke dræbte ved 11 Timers direkte Sollys, og 1—2 Dage gamle Bouillon-Kulturer kunde endog formere sig under samme Forhold (Gehrke).—Buchner mener da ogsaa, at Flodernes saakaldte »Selvrensning« skyldes Sollysets bakteriedræbende Evne. Naar Floderne forlader de store Byer, som de gennemløber, er Vandet gennem Kloakledninger og Affald i Reglen bleven uhyre rigt forsynet med Bakterier. Men disses Antal aftager meget betydeligt, jo længere Floden fjærner sig fra Byen, og heri har Lyset maaske sin store Andel. — En anden praktisk og saare vigtig Anvendelse har Lyset i den sidste Tid faaet ved den af Professor Finsen herhjemme udarbejdede Lysterapi, der med afgjort Held paa det Finsenske Lysinstitut er anvendt mod Lupus og andre Hudlidelser. Lupus er en lokal, tuberkuløs Hudsygdom, fremkaldt af Tuberkelbakterier. Naar den da saaledes sikkert kan helbredes ved Lysbehandling, har vi atter her et Bevis for Lysets bakteriedræbende Evne.

Hvorledes Lyset i Enkelthederne virker, ved vi grumme lidt om. Vi ved, at Bakterierne hæmmes i Væksten ved et svagere Lys eller kortere Tids Indvirkning af stærkt Lys end det, der er fornødent for at dræbe dem, og at forskellige Bakterier har forskellig Modstandskraft overfor samme Lyskilde, medens der dog ikke er noget bestemt Forhold mellem den Lysvirkning, der hæmmer Væksten, og den, der dræber (A. Larsen). For *Bacillus prodigiosus* gælder det (efter Sophus Bang), at ganske unge Kulturer (3 Timer gamle) har 5—6 Gange saa ringe en Modstandskraft som ældre (10—12 Timer gl.) — muligvis fordi Pigmentet bedre beskytter disse, — og at der findes enkelte Individer med særlig stor Modstandsevne. *Bacterium Anthracis* dræbes i kortere Tid i fugtig end i tør Tilstand, selv hvor der er Tale om den asporogene Varietet

(Momont, se p. 70). Men om Lyset virker direkte ind paa Protoplasmaet eller først ad Omveje kommer Bakterierne til Livs, er ikke sikkert afgjort. Det synes, som om Ilten er en vigtig medvirkende Faktor. I et lufttomt eller iltfrit Rum dræbes Bakterierne vel, men meget langsommere, end naar Ilt er tilstede (Roux, Momont). Saavel obligat anaërobe (*Bac. Tetani*) som fakultativt anaërobe Former (*Bac. coli*) er ret modstandsdygtige i iltfrit Rum; *B. coli* kunde f. Eks. taale stærkt direkte Sollys i 4 Timer (Wesbrook). Hvis Bakterierne er suspenderede i destilleret Vand, virker Lyset heller ikke saa kraftigt som i en Næringsopløsning, navnlig hvis denne indeholder Peptoner; og det er paavist (af Duclaux), at der i Næringsopløsningerne ved Lysets Indvirkning foregaar kemiske Omdannelser, hvorved 1) Reaktionen kan forandre sig, 2) der dannes Brintoverilte og 3) forbigaaende dannes Myresyre. Alle disse 3 Processer er jo i høj Grad ugunstige for Bakteriernes Trivsel, og man kan da ogsaa ved Belysning gøre et Substrat ganske uanvendeligt til Dyrkning af Bakterier. Brintoverilte og Myresyre er kraftigt desinficerende Stoffer, saa der skal ikke dannes ret meget af dem, før Bakterievegetation bliver umulig.

4. Röntgenstraaler.

De første Undersøgelser over Röntgenstraalernes Indflydelse paa Bakterier (af Minck) gav kun negative Resultater: intet Drab og ingen eller kun ringe Væksthæmning. Men muligvis hidrørte dette fra en fejlagtig Forsøgsanordning. Rieder har nemlig senere paavist en meget kraftig væksthæmmende og dræbende Indvirkning paa flere patogene Bakterier (Tuberkel, Tyfus, Kolera, Difteri, Miltbrand, Coli, *Micrococcus aureus* og *Streptococcus pyogenes*), der dyrkedes paa Agar, Gelatine eller Serum i Petriskaale, som var tildækkede med et gennemhullet Blylaag. Over Hullet var der lagt sort Papir, hvorigennem Straalerne passerede. Antikatoden var c. 10 ctm. fjærnet fra Objekterne; der udvikledes aldrig saa megen Varme, at Gelatinen kunde smelte derved, og Substratet blev ikke anderledes kemisk paavirket af Straalerne,

end at det efter Forsøgene ved ny Udsæd gav en frodig Bakterievegetation. Men alle de ovennævnte Bakterier (med Undtagelse af Colibakterien, der var noget mere modstandsdygtig) dræbtes efter c. 1 Times intensiv Bestraaling; kortere Tids Indvirkning hæmmede Væksten. Den baktericide og udviklingshæmmende Virkning var altsaa langt stærkere end almindelig koncentreret Lys'. — Samme Forsker undersøgte senere, om dette Resultat mulig kunde faa nogen praktisk Anvendelse i Terapien ved at bestraale Dyr og Mennesker, der var Genstand for en Infektion. Men det viste sig, at Dyr (Mus, Kaniner og Marsvin), der blev indpodede med ovennævnte Bakterier og derefter gentagne Gange bestraalede, døde endog hurtigere end Kontroldyrene, der blev injicerede med samme Dosis Bakterier men ikke underkastede Straalernes Indflydelse. Forsøg med Ftisikere gav ogsaa kun lidet opmuntrende Resultater, da Straalerne ved at fremkalde Hudaffektioner skadede Patienterne mere end Bakterierne. — Fiorentini & Luraschi lod Marsvin, der var indpodede med Tuberkelbakterier i Bughulen, bestraale i 4—8 Dage, men Dyrene døde dog af Tuberkulose, om end lidt langsommere end Kontroldyrene. — Endelig fandt Suchsland, at Röntgenstraalerne ikke havde nogensomhelst Indflydelse paa Fotobakteriernes Lysevne; men dette hidrører dog rimeligvis fra en mangelfuld Forsøgsmetode. Angivelser (af Hogarth) om, at Straalerne skulde begunstige visse Gæringsprocesser, savner vistnok al Værdi.[1]

5. Elektricitet.

Efter de sidste og bedst udførte Forsøg (af Thiele & Wolf 1899) er elektriske Strømmes Indvirkning paa Bakterier saa godt som ingen eller i hvert Fald en ganske overordenlig ringe. Og dette gælder saavel kontinuerlige Strømme og Vekselstrømme, der gaar igennem det Medium, hvori Bak-

[1] Naar det for ganske nylig (1900) er lykkedes Dr. Riis paa Finsens Lysinstitut at helbrede Lupus ogsaa ved Röntgenstraaler, skyldes dette Resultat dog maaske ikke nogen direkte baktericid Virkning af Straalerne, men sekundære Følger, som forøget Blodtilstrømning til de paagældende Væv eller lign.

terierne opholder sig, som Induktionsstrømme i en Traadrulle (Solenoide), der omslutter en Bakteriekultur, saa Strømmene ikke naar selve Næringssubstratet. I den første Slags Forsøg gik Strømmene igennem et tyndt Glasrør med Gelatine og 1 % Kogsalt, hvori Bakterierne fandtes, uden at fremkalde nogen ved Lakmusreaktion kendelig Elektrolyse[1]; Varmevirkning udelukkedes, ved at Glasrøret af strømmende Vand holdtes afkølet til 10°—12° C. Men selv ved Anvendelse af de kraftigste Strømme fandt der hverken noget Drab eller nogen svækkende Indflydelse paa Vækst, Virulens og Farvestofdannelse Sted i Forsøg, der varede fra 2—62 Timer. Som Forsøgsobjekter anvendtes Miltbrand-, Tyfus-, Musetyfus- og Colibakterier samt *Pseudomonas pyocyanea* Gessard og *Bac. prodigiosus.* Og medens d'Arsonval & Charrin havde fundet en Svækkelse i Farvestofproduktionen hos *Pseudom. pyocyanea* ved at anbringe den c. 1 Time i en Traadrulle, der blev gennemløbet af en Strøm paa c. 800,000 Svingninger pr. Sekund, fandt Thiele & Wolf for samme Bakterie saavel som for *Bac. progidiosus* ingen Svækkelse hverken i Formeringsevne eller Farvestofproduktionen efter 8 Timers Indvirkning af en lignende Strøm.

Derimod kan den elektriske Strøm indirekte øve den største Indflydelse paa Bakterierne ved de Processer, den fremkalder i Næringssubstratet. Og næsten alle Forsøg, der er anstillede over dens Indflydelse paa Bakterierne, lider at den Fejl, at man ikke har taget tilbørligt Hensyn til Strømmens Bivirkninger og derfor har arbejdet efter mangelfulde Forsøgsmetoder.

Naar den elektriske Strøm passerer en almindelig Næringsopløsning, der for at være et godt Substrat nødvendigvis maa indeholde visse Salte (se pag. 91), vil den nemlig have den Virkning, at den ved saakaldet Elektrolyse[2] adskiller disse Salte i elektropositive og elektronegative Bestanddele, Ioner, henholdsvis Base- og Syreradikaler, der vandrer hver til sin Side, til Strømmens negative eller positive Elektrode.

[1] Gelatinen var neutral og havde ved Tilsætning af Lakmus en violetblaa Farve baade før og efter Forsøget.

[2] Se herom Lærebøger i Fysik.

Næringsopløsningen vil herved saavel skifte Reaktion som kemisk Sammensætning overhovedet, og ofte vil der frigøres Stoffer, der virker i høj Grad skadeligt paa Bakterierne, som frit Chlor, Brintoverilte og Ozon, saavel som frie Syrer og Baser. Og denne Ulempe afhjælpes kun tilsyneladende ved Anvendelsen af Vekselstrømme. Her sker der vel ikke nogen Ophobning af disse Produkter, da de oprindelige Stoffer stadig gendannes af deres Bestanddele, men momentvis og forbigaaende dannes de samme Dissociationsprodukter, som da ogsaa i talrige korte Øjeblikke faar Lejlighed til at indvirke paa Bakterierne. I saadanne Tilfælde er der tillige al Grund til at antage, at Strømmen direkte kun meget svagt berører selve Bakteriecellerne. Disse er nemlig som oftest slette Ledere for Elektriciteten, der vil gaa uden om dem og følge de spaltede Saltes vandrende Ioner.

Ved stærke Strømme sker der tillige en Temperaturstigning, der er særlig stærk ved Elektroderne og her ofte kan stige over de Grænser, som Bakterierne kan taale. Selv om Kulturen da holdes afkølet ved Is eller i koldt rindende Vand, vil der lokalt omkring i den kunne ske saadanne Temperaturstigninger, at disse virker svækkende eller dræbende paa Bakterierne.

Resultaterne af de Forsøg, hvor der ikke er taget tilstrækkeligt Hensyn til disse Strømmens sekundære Virkninger, har da i Reglen været, at længe vedvarende stærke Strømme har dræbt Bakterierne, medens kortvarige svage Strømme end ikke har lammet de selvbevægelige Formers Bevægelser, men kun haft en retningsbestemmende Indflydelse paa disse. Og at det mest har været Strømmens Forandringer af Mediet, der har fremkaldt positive Resultater, fremgaar deraf, at et Næringssubstrat, i hvilket Bakterierne er dræbte, heller ikke kan underholde en ny Udsæd, men vedbliver at være sterilt.

Naar elektriske Strømme dog synes at skulle faa praktisk Betydning ved Desinfektion og Rensning af Drikkevand (Oppermann, Ohlmüller), er det ikke paa Grund af selve Elektricitetens dræbende Egenskaber, men navnlig fordi man ad elektrisk Vej i det store og bekvemt kan fremstille visse

desinficerende Stoffer som Ozon og Brintoverilte. (Se herom under Antiseptika p. 143 ff.)

Hvorledes statisk Elektricitet eller Magnetismen virker paa Bakterierne, ved vi endnu intet om.

6. Tryk. Mekanisk Bevægelse.

Paa de største Havdybder udøver den ovenstaaende Vandsøjle et stort Tryk, flere Hundrede Atmosfærer, men dette vilde dog ikke være til Hinder for, at der ogsaa dér kunde leve Bakterier. Det er nemlig umaadelige Tryk, som disse Væsener kan taale. Forraadnelsesbakterier fortsætter t. Eks. uforstyrret deres Livsprocesser ved et Vandtryk paa 3—500 Atmosfærer, og Miltbrandsporer mister hverken deres Virulens eller Spiredygtighed ved et 24 Timers Ophold under 600 Atmosfærer (Certes). Ja, Dyrkningen af visse Bakterier skal endogsaa uden mindste Gêne kunne foregaa ved 3000 Atmosfærers Tryk (Roger). I nyeste Tid har Suchsland undersøgt Lysbakterier, der vedblev at lyse efter Tryk i en hydraulisk Presse paa 200—230 Atmosfærer. — De høje Tryk øver altsaa i og for sig ingen skadelig Indflydelse paa Bakterielivet undtagen under særlige Forhold. Det er nemlig ikke ligegyldigt, hvad det er, der trykker paa Bakterierne. Vandtryk skader dem ikke, men hvis de befinder sig i komprimeret Ilt eller visse andre Luftarter, bliver Sagen en anden. Vi saa i et tidligere Afsnit, at der for hver enkelt Bakterie gives en bestemt Iltspænding, der er den gunstigste for den, men at der tillige gives et Maksimum og et Minimum for Ilttrykket. Dette gør sig derfor særlig gældende, hvis Ilten komprimeres, og man skal endogsaa kunne sterilisere Næringssubstrater ad denne Vej (Paul Bert). — Paa samme Maade har man forsøgt at konservere Fødemidler ved komprimeret Kulsyre, men ikke just opnaaet de gunstigste Resultater. Flere patogene Bakterier (Tyfus, Miltbrand, Coli), kunde nemlig uden at svækkes i deres Virulens eller andre Egenskaber taale et Ophold paa 7 Dage i Kulsyre under ca. 50 Atmosfærers Tryk (Sabrazès & Bazin), medens *Pseudomonas pyocyanea* efter 2 Timer holdt op med

at dele sig og efter 6—24 Timer var fuldstændig dræbt (d'Arsonval & Charrin).

Ogsaa mekaniske Bevægelser (Rystelser, Strømning o. l.) har Indvirkning paa Bakteriernes Ve og Vel, men dog saaledes, at der ikke kan siges noget almindeligt herom. Nogle Arter synes at trives bedst i et Medium, der er i nogen Bevægelse, andre bedst i fuldstændig Ro, og disse kan endog være saa følsomme, at stærke Lydbølger, der forplanter sig gennem deres Næringssubstrat, kan hæmme dem betydeligt i deres Udvikling (Reinke). En ringe Sitren kunde i Løbet af 4 Dage sterilisere Kulturer af *Bacillus megatherium* og *Bac. subtilis;* noget stærkere Rystelser virkede saa voldsomt paa disse Bakteriers Celler, at de faldt hen i næsten usynlige smaa Stykker (Meltzer). — Ligesom for Temperaturen, Lysstyrken, Ilttrykket m. m. synes der da ogsaa for Bevægelsen at være et Optimum og et Maksimum omend højst forskelligt beliggende for forskellige Bakteriearter.

7. Antiseptika.

Det, der har gjort Bakterierne særlig kendte og — frygtede, er, at nogle af dem, navnlig de patogene, udsondrer Stoffer, Toksiner, der er overordentlig farlige Gifte for varmblodede Dyr og Mennesket og i forbavsende smaa Mængder er i Stand til at fremkalde de alvorligste Sygdomstilfælde eller Døden hos disse. Men de samme Stoffer er dog ogsaa, omend i langt ringere Grad, skadelige for selve de Bakterier, der udskiller dem. Og ophobes de, sætter de en Stopper for Bakteriernes videre Udvikling, hvilket ofte sker i Kulturer, selv om der endnu er rigeligt af Næring tilbage. De danner saaledes ikke nogen Undtagelse fra den almindelige Lov, at Organismernes Stofskifteprodukter er skadelige for selve de paagældende Organismer. For Mennesker og højere Dyr hører Toksinerne til de allerstærkeste Gifte, der overhovedet kendes.

I den Forsvarskamp, Mennesket maa føre mod Bakterierne, har man søgt at bekæmpe dem med lignende Vaaben som dem, Bakterierne selv benytter. Ubevidst har Mennesker og Dyr, der blev angrebne af smitsomme Sygdomme, altid

gjort det, idet selve den angrebne Organisme udskiller Modgifte, Antitoksiner, mod Bakteriegiftene. Men dette er man dog først i den sidste halve Snes Aar kommen under Vejr med, og da Antitoksinerne kun dannes i Organismen under selve Bakteriernes Indflydelse og saaledes indirekte er et Produkt af deres Livsvirksomhed, skal de først omtales paa et senere Sted. — Man har tillige fundet, at der udenfor den dyriske Organisme findes en Række Stoffer, der virker som Gifte overfor Bakterierne, og af dem har man gjort en udstrakt Anvendelse lige fra den Dag, man havde opdaget Aarsagssammenhængen mellem Gæringsprocesser og Sygdomme paa den ene Side og Mikrober paa den anden. En overordentlig stor Del af det Arbejde, der er ofret paa Studiet af Bakterierne, er netop gaaet til at finde saadanne Gifte og fastslaa deres Virkninger. Med et fælles Navn kalder man saadanne Stoffer for Antiseptika og indordner dem under det videre Begreb Desinfektionsmidler, hvortil ogsaa andre Agentier som Varme, Lys osv. hører.

Da man ved et Desinfektionsmiddel maa forstaa et saadant, der virker dræbende paa Bakterierne, falder Begrebet Antiseptikum dog ikke fuldstændig ind herunder. Der er nemlig forskellige Grader af Giftvirkning, som ikke alle har Døden til Følge. Et Antiseptikums Indflydelse kan f. Eks. bestaa i, at det standser visse Funktioner som Bevægelse, Gæringsevne, Vækst og Formering, uden at det just dræber. Denne første Grad af Giftvirkning falder som oftest sammen med den væksthæmmende Giftværdi (Hæmningsværdien), som alle Antiseptika i en eller anden Koncentration maa besidde; nogle har praktisk talt endogsaa kun denne Evne (f. Eks. Alkohol og visse Syrer), i hvert Fald overfor nogle Bakteriearter. Den næste Grad af Giftvirkning er Evnen til indenfor en forholdsvis kort Tid (fra Minutter til nogle Timer) at dræbe vegetative Celler uden Sporer: den lille Giftværdi (Drabsværdien); og endelig betegnes ved den store Giftværdi Evnen til at dræbe de mest modstandsdygtige Sporer. Disse Værdier fastslaar man talmæssigt for de enkelte Stoffer efter den Koncentration, hvori de i den kortest mulige Tid er i Stand til at fremkalde ovennævnte Virkninger overfor be-

stemte Bakterier og under bestemte ydre Omstændigheder. Disse Værdier er altsaa ikke konstante, men varierer med de mange Biomstændigheder, der influerer paa Giftvirkningen, og som nedenfor skal nævnes.

Det bedste Antiseptikum bliver i Almindelighed et saadant, der i den svageste Koncentration i kortest mulig Tid ved sædvanlig Temperatur er i Stand til at dræbe de mest modstandsdygtige Sporer uden at have saadanne Egenskaber (ætsende, ildelugtende osv.), der gør det uanvendeligt i det daglige Liv. Et Stof, der ikke just opfylder alle disse Krav, kan derfor dog godt være et fortræffeligt Antiseptikum i specielle Tilfælde, overfor en enkelt eller nogle faa Bakteriearter.

Man har ogsaa stillet det ideelle Krav til et Antiseptikum, at det skulde være dræbende for Bakterier, medens det var uskadeligt for Mennesker og Dyr, og saaledes være anvendeligt for en indre Behandling af en Infektionssygdom. Trods Reklamer i saa Henseende er denne Evne dog vist endnu ikke funden hos noget egenligt Antiseptikum, men maa snarest søges hos Antitoksinerne og lignende Stoffer. Maaske kommer to i den nyere Tid ret meget anvendte Stoffer, Chinosol og *Argentum colloidale* (metallisk Sølv i en særegen Modifikation), noget op imod dette ideelle Krav. Men ellers har det vist sig, at de Stoffer udenfor Antitoksinernes Gruppe, der er Gifte for Bakterierne, næsten uden Undtagelse er endnu langt farligere for Mennesker og højere Dyr. Dette Forhold udtrykkes ved Benævnelsen den relative Giftværdi og bestemmes ved Forholdet mellem den minimale Dosis, der virker dræbende paa en vis Legemsvægt af et Dyr, og den, der maa tilsættes samme Vægtmængde af et Substrat, hvori der findes en Bakteriekultur, for at dræbe denne eller standse dens Vækst. Medens t. Eks. (efter Behring) Kvægsølvsalte i Almindelighed er dræbende for højere Pattedyr i en Dosis af 1 Del pr. 60.000 Dele Legemsvægt, virker de først i 1 Del pr. 10.000 Dele Serum væksthæmmende paa Miltbrandbakterier, d. v. s. at de under disse Forhold er 6 Gange giftigere for højere Dyr end for Miltbrandbakterier, eller at deres relative Giftighed er 6. Den Rolle, Antiseptika spiller

i Medicinen, er derfor kun undtagelsesvis som Helbredelsesmidler, men næsten udelukkende som forebyggende Midler.

Organismernes Forhold til Gifte er forøvrigt højst interessant. Der eksisterer to Slags Giftstoffer, almindelige og specifike Gifte. De første er saadanne, der virker dræbende paa alt Protoplasma, enten fordi de forener sig dermed, som Kvægsølv- og Sølvsalte, eller fordi de paa anden Maade forstyrrer dets Struktur. De specifike Giftes Virkemaade er i de fleste Tilfælde i højeste Grad gaadefuld. Ofte paavirker de kun en bestemt Slags Celler, og medens de for én Organisme kan være dræbende i de mindste Doser, kan de være ganske uskadelige, selv i store Doser, for andre Organismer. Dette gælder saaledes t. Eks. Cyanbrinte (Blaasyre) og Alkaloiderne (Strychnin, Morfin o. fl.), der som bekendt hører til de farligste Gifte for højere Dyr, medens de for Gærsvampe og Bakterier endogsaa undertiden kan tjene som Næringsstoffer. Endnu mere specifike er Bakterietoksinerne (og Antitoksinerne), der undertiden kan virke dræbende i minimale Doser paa ét Dyr og for et andet af samme Slægt eller Familje være næsten uskadeligt.

De Stoffer, der finder Anvendelse som Antiseptika, hører som Regel til de almindelige Gifte, men de forskellige Bakterier kan dog godt vise forskellig Følsomhed overfor dem. Man skal derfor altid være forsigtig med at slutte fra et Stofs antiseptiske Virkning overfor én Bakterieart til dets generelle Egenskab som Antiseptikum. Og dertil kommer, at der er saa mange Biomstændigheder, der griber ind i Giftvirkningen, at man altid maa have detaillerede Oplysninger om Forsøgsbetingelserne for at kunne sammenligne forskellige Forsøg. Man maa vide Besked med følgende Forhold: 1) Bakteriernes Art, ja ofte ogsaa Race, da der indenfor samme Art kan gøre sig Raceforskelligheder gældende; 2) Kulturens Alder, idet ganske unge Celler ofte har mindre Modstandskraft end noget ældre, der dog efterhaanden igen svækkes med Alderen; 3) om man har sporefri Celler eller Sporer for sig, da de sidste jo altid langt bedre taaler skadelige ydre Forhold end de første; 4) om Kulturen er dyrket under gunstige

eller ugunstige Kaar (Næringssubstrat og Temperatur), da det første giver en større Modstandskraft end det sidste; 5) Antallet af Kim, der skal paavirkes af en bestemt Mængde Giftstof; ti jo flere Bakterier der findes i et vist Rumfang, des større Koncentration eller des længere Tids Indvirkning af Giften er da fornøden; 6) Substratets Natur; er det en Næringsopløsning, har dens kemiske Sammensætning overmaade stor Indflydelse, da Giften maaske kan indgaa uopløselige Forbindelser med en eller anden af dens Bestanddele (t. Eks. Sublimat med Albuminstoffer), eller der kan være et Stof tilstede, som enten forøger eller nedsætter Giftens Virkning. Findes Bakterierne ikke i Næringsopløsninger men indtørrede i Luftstøv, paa Klædningsstykker, Instrumenter og andre Genstande, enten paa Overfladen eller i dybere Lag, bliver her mange Hensyn at tage ved Giftens Anvendelse. I indtørret Tilstand er f. Eks. selv sporefri Bakterier mere modstandsdygtige mod Gifte end i fugtig (Sitsen). Ligeledes spiller 7) Giftens Tilstand, om den er i fast, flydende (opløst) eller luftformig Tilstand, en vigtig Rolle. Er den i opløst Form, bliver 8), foruden Koncentrationen, Opløsningsmidlet ofte bestemmende for dens Virkning. I Reglen virker Antiseptika bedst i vandig Opløsning, men yderst svagt, naar de er opløste i Oljer. Alkohols Indvirkning viser bedst, hvor stor Opløsningsmidlets Indflydelse kan være. Efter Paul & Krönigs Undsøgelser forøgedes Sølvnitratets (4.25 %) Virkninger paa Miltbrandsporer ved Tilsætning af Alkohol af en Styrke paa indtil 50 %. Fra 50—98 % Alkohol tog den desinficerende Virkning af, saaledes at Opløsninger i absolut Alkohol ikke havde nogen som helst dræbende Indflydelse[1]. For Sublimat (1.70 %) svækkedes Virkningen ved Tilsætning af Alkohol i smaa Mængder (5—10 %), men forøgedes herfra saaledes, at en Opløsning i 25 % Alkohol havde noget større Virkning end den vandige Opløsning. Fra 25 % Alkohol aftog Virkningen igen stærkt, var ved 50 % overmaade ringe og ved 98 % lig 0. Karbol-

[1] Absolut Alkohol har i sig selv saa godt som ingen desinficerende Indflydelse paa Bakteriesporer (Minervini).

syrens og Formaldehydets Virkninger aftog straks ved Tilsætning af Alkohol fra 0% opad. 9) Tilsætning af Salte til Giftopløsninger kan ogsaa have en højst forskellig Indflydelse, fordi de ofte enten forøger eller nedsætter Giftstoffets Dissociationsgrad, hvilket vi senere vil komme tilbage til. 10) Temperaturen. Som før nævnt stiger selve Bakteriernes Modstandskraft indtil deres Optimumstemperatur, men paa den anden Side stiger tillige Giftstoffernes Virkninger med Temperaturen, og dette da navnlig over Bakteriernes Optimumstemperatur. Ved højere Temperaturer kan man derfor desinficere med svagere Koncentrationer af Antiseptika end ved almindelig Lufttemperatur, hvorfor en Kombination af Varme og Antiseptika anvendes i Praksis (blandet Sterilisation). Og endelig har selvfølgelig 11) den Tid, som et Antiseptikum faar Lov at indvirke, den allerstørste Indflydelse; en svagere Koncentration kan ved længere Tids Indvirkning udrette det samme som en stærkere Konc. i kort Tid.

Da der i de færreste Undersøgelser over Antiseptika er taget Hensyn til alle disse Forhold, maa de fleste af de mange Tal, der eksisterer i Litteraturen, optages med en vis Varsomhed. Ligeledes bør man være yderst skeptisk overfor det Antal af nye Antiseptika, der til Stadighed dukker op, for hvilke der af Opdagerne og Fabrikanterne gøres en skrigende Reklame om Fortræffelighed i alle Retninger. Kun forholdsvis faa af disse Midler har kunnet staa for en kritisk Prøvelse, selv om der naturligvis i og for sig findes en Mængde af kraftigt desinficerende Stoffer. Men som oftest har de en eller anden Ulempe, der gør dem uanvendelige i det praktiske Liv, og efter en kort Tids Forløb hører man saa heller ikke mere Tale om dem. — Her skal da kun nævnes nogle af de vigtigste. Men disse Stoffer har forøvrigt ikke nogen bestemt Plads i det kemiske System, lige saa lidt som vi af deres kemiske Egenskaber kan slutte os til deres desinficerende.

Af *uorganiske Stoffer* er først at nævne en Række Grundstoffer, af hvilke de vigtigste er Ilt (Ozon), Chlor, Brom, Jod og nogle Metaller, særlig Kvægsølv, Sølv og

Guld, i ringere Grad Nikkel, Zink og Kobber. At Ilt udover en vis Spænding er skadelig eller dræbende, særlig for de anaërobe Bakterier, er tidligere omtalt (se pag. 117), og ligeledes, at den elektriske Strøms Anvendelse til Desinfektion ofte beror paa Dannelsen af Ozon (og Brintoverilte, se pag. 141). De frie Halogener hører til de allerkraftigste Antiseptika (Klorvand, Bromvand), og nogle af deres Forbindelsers Virkninger beror netop paa Fraspaltningen af det frie Grundstof (Jodoform). I Praksis har metallisk Kvægsølv længe været anvendt som Antiseptikum, og i den senere Tid synes ogsaa Sølv i den opløselige Modifikation (*Argentum colloidale)* at skulle faa Betydning i Terapien. — Uorganiske Syrer og Baser har i Reglen kun ringe baktericid Virkning. Sur og stærk alkalisk Reaktion hindrer vel Vækst og Formering, men egentlig dræbende virker de stærke Syrer og Baser (som Salt-, Salpeter- og Svovlsyre, de ætsende Alkalier osv.) først i forholdsvis stærke Koncentrationer. Ammoniak har f. Eks næsten ingen Desinfektionsværdi (Paul & Krönig) undtagen overfor Nitratbakterien (Winogradsky & Omeliansky, se pag. 104), og det er mellem de i kemisk Henseende svage uorg. Syrer og Baser, at vi træffer anvendte Antiseptika som Borsyre, Svovlsyrling, Arsensyrling, Kalkvand, Hydroxylamin o. l. — Derimod findes der en stor Mængde uorganiske Salte af største Betydning, som manganoversurt Kali og Klorkalk, men navnlig Kvægsølv- og Sølvsalte. Af Kvægsølvsaltene har især Sublimat ($HgCl_2$) faaet en udstrakt Anvendelse, da det er et af de allerkraftigste bakteriedræbende Stoffer. Yderst svage Opløsninger (nogle faa Promille) dræber de mest modstandsdygtige Sporer i Løbet af kort Tid (se senere). Forøvrigt er næsten alle Kvægsølvforbindelser stærke Antiseptika, men de har den Ulempe ikke at virke saa godt i æggehvideholdigt Substrat, da Kvægsølvet indgaar uopløselige Forbindelser med Albuminstofferne. Af Sølvsaltene maa særlig nævnes Sølvnitrat (Helvedessten) og nogle Forbindelser af Sølv med organiske Stoffer som »Argentamin« (Æthylendiaminsølvfosfat), Protargol, Argentumkaseïn (Æggehvideforbindelser), m. fl.

Blandt de mange vigtige organiske Stoffer findes der ogsaa en Del Syrer, som har Betydning, f. Eks. Myre-, Trikloreddike-, Oxal-, Salicyl- og Benzoesyre, men med Undtagelse af det første Led (Myresyren), har de fede Syrer ingen synderlig Virkning. Ligesaa er Alkoholerne af de fede Legemers Gruppe (som Æthylalkohol, se senere) næsten uvirksomme, medens en Række aromatiske Alkoholer har den største Betydning, saaledes Fenol (Karbolsyre), Pyrocatechin, Hydrochinon, Resorcin og flere af deres Afledningsprodukter som Kresolerne, Thymol, Toluol, Aseptol m. fl. Om Karbolsyren, der tidligere har været overordentlig meget anvendt, skal kun bemærkes, at den virker bedst i vandig Opløsning (Karbolvand), men næsten ikke opløst i Olje (Karbololje). Blandt Aldehyderne finder vi nogle af de allerkraftigste Antiseptika som Formaldehyd (Formalin, Formol) og Acroleïn. Særlig Formaldehyd har i de sidste Aar faaet en meget udstrakt Anvendelse, baade fordi det virker kraftigt bakteriedræbende i svage Koncentrationer, og fordi det kan anvendes i Dampform til Desinfektion af Boliger, Klæder, Madratser o. l. Der er gjort en ganske overordentlig stor Mængde Forsøg med det, og langt fra alle Forskere er enige om dets Fortræffelighed; men største Delen fremhæver det dog som et Middel, der i de fleste Tilfælde overgaar alle andre Antiseptika. Det anvendes ofte i forskellige Forbindelser som Formochlorol (Hess), Glykoformal (Czaplewski, Schönfeld, Pfuhl), en Blanding af Glycerin og Formalin, og bringes til at fordampe fra Autoklaver, der (af Trillat, Aronson, Lingner, Schlossmann m. fl.) er konstruerede netop til dette Brug. En Ulempe ved det er, at det lugter ubehageligt, og at Lugten kun med Vanskelighed lader sig fjerne fra de desinficerede Genstande. Acroleïn skal efter nyere Forsøg (1899) af E. Koch og Fuchs endog overgaa Formaldehydet i baktericid Virkning. — Endelig skal Kloroform, der finder stor Anvendelse i den bakteriologiske Teknik, og Chinosol (en Oxychinolinforbindelse) nævnes som vigtige Antiseptika.

For at bestemme Styrken af en Gift er man gaaet frem

paa forskellige Maader. Til Bestemmelse af Hæmningsværdien tilsatte f. Eks. Behring forskellige Doser af et Antiseptikum til Reagensglas med Næringsopløsninger, hvori der var saaet Bakterier. Ved at iagttage hængende Draaber herfra under Mikroskopet kunde han afgøre, hvilken Koncentration der hindrede Væksten indenfor en given Tid. Hvor det derimod gælder at vise, indenfor hvilken Tid et Stof i en bestemt Koncentration har kunnet dræbe Bakterier eller deres Sporer (den lille og den store Giftværdi), har man opslemmet disse i sterilt Vand, Bouillon, Serum el. lign., dertil sat det paagældende Stof, efter forskellige Tiders Forløb taget Prøver ud, saavidt mulig fjærnet Giften ved Fældning eller Udvaskning og dernæst saaet i gunstigt Substrat ved en gunstig Temperatur eller injiceret Dyr med de paagældende Bakterier (Geppert). Eller man har som Koch, Paul & Krönig) ladet Bakterierne indtørre paa Silketraade, Glasperler eller Granater, anbragt disse i Giftopløsningen en vis Tid og efter Fjærnelse af Giften udsaaet dem som ovenfor nævnt[1].

Nu er imidlertid de forskellige Forskere komne til højst afvigende Resultater med Hensyn til disse Værdier, og det hovedsagelig, fordi de har arbejdet under forskellige Forsøgsbetingelser (se pag. 146—48). Det gælder da her mere end nogetsteds at tage sig i Vare for Tallene. Af de Eksempler, som nedenfor anføres, vil Biomstændighedernes enorme Indflydelse blive anskuelig. De gælder alle Miltbrandbakterier eller Miltbrandsporer.

Behring fandt Hæmningsværdien i Blodserum for:

Sølvnitrat	i en Konc. af	1 : 30,000
Sublimat.....	—	1 : 10,000
Natronlud	—	1 : 1,500
Karbolsyre ...	—	1 : 500
Thymol......	—	1 : 250
Alkohol......	—	1 : 15
Kogsalt......	—	1 : 15

[1] Om den praktiske Udførelse af slige Operationer se *Salomonsen: Bakteriologisk Teknik*, III Udg. p. 158 ff.

Forskellige Næringssubstrater influerede paa følgende Maade paa Sublimatets antiseptiske Evne overfor sporefri Miltbrandbakterier (Behring):

	Hæmningsværdi	Lille Giftværdi (ɔ: Drab i Løbet af nogle faa Minutter).
Destilleret Vand	1 : 1000,000	1 : 500,000
Bouillon	1 : 500,000	1 : 40,000
Blodserum	1 : 10,000	1 : 2,000

Den stærke Nedstemning af Sublimatets Virkning i Serum hidrører som ovenfor nævnt fra, at en Del af Kvægsølvet indgaar Forbindelse med Æggehvidestofferne og udfældes med disse.

Men selv for samme Substrat foreligger de mest afvigende Angivelser. Den store Giftværdi for Miltbrandsporer i destilleret Vand + Sublimat:

R. Koch	1 : 5000.	Drab efter nogle faa Minutter.	
C. Fränkel	1 : 1000.	—	30 Min.
Paul & Krönig	1 : 1000.	—	over 2 Timer.

I Blodserum dræbtes de (efter Behring & Nocht) først efter to Timers Forløb i en Koncentration af 1 : 200.

Hvorledes der ved svagere Koncentrationer fordres længere Tids Indvirkning, viste Paul & Krönig for Sublimat og Miltbrandsporer v. 18°:

16	Liters Opløsning[1]	= 1,7 % :	Drab efter	12—14	Min.
32	— —	= 0,84 - :	— -	24—30	-
64	— —	= 0,42 - :	— -	45—60	-
128	— —	= 0,22 - :	— -	60—80	-
256	— —	= 0,11 - :	— -	over 2	Timer.

Med samme Forsøgsobjekt fandt de endvidere for

Sølvnitrat	i 4 Liters Opl.	= 4,25 % :	Drab i 15—60 Min.
—	- 200 —	= 0,08 - :	— endnu ikke efter 10½ Time.
Svovlsyre	- 2 —	= 4,9 - :	Drab endnu ikke efter 30 Tim.

[1] Koncentrationen angives af disse Forfattere efter den moderne Brug Molekularvægt. Sublimatets ($HgCl_2$) Molekularvægt er 271. En Opløsning paa 16 Liter betyder derfor, at der i denne findes et Grammolekyle = 271 gr. $HgCl_2$ = 1.7 %. En 8 Liters Opløsning indeholder ogsaa 271 gr. og er altsaa paa 3.4 %, en 32 Liters Opløsn. paa 0.84 %. — En 16 Liters Opløsn. af Sølvnitrat ($AgNO_3$ = 170) vilde indeholde 170 gr. $AgNO_3$ eller være paa 1.06 %.

Kalihydrat.......	1 Lit.s Opl.	= 5,6 %:	Drab efter 18 Timer.
Manganovers. Kali	4 —	= 3,95 - :	— efter 40 Min.
Klorvand	32 —	= 0,22 - :	— efter 2 -
Bromvand.......	32 —	= 0,5 - :	— — 2 -
Kobbersulfat	1 —	= 16 - :	— endnu ikke efter $10^{1}/_{2}$ Dage.
Karbolvand......		5 - :	— ikke eft. 24 Tim.
Formaldehyd		5 - :	— efter 2 Timer.

Overfor andre Bakterier end Miltbrand vil man finde andre Tal. Miltbrandsporer er jo i det Hele taget noget af det mest modstandsdygtige, saa Tallene for andre Bakterier, navnlig for dem, der ikke danner Sporer, vil falde noget lavere. I Praksis regner man 2 ‰ Sublimat- og en 5 % Karbolsyreopløsning for tilstrækkelig kraftig til Desinfektion af de hyppigst forekommende sporefri, patogene Bakterier (Tyfus, Difteri, Tuberkulose, Kolera, pyogene Kokker osv.), og 1 % Formaldehydopløsning og 1 % Acroleïn dræber (efter E. Koch & Fuchs) i Løbet af 2 Minutter *Pseudomonas pyocyanea, Bacillus Coli, Micrococcus (pyogenes) aureus* og *albus*. Men hverken Karbolsyre eller Formaldehyd er i svage Koncentrationer særlig virksomme overfor Sporer.

Hvorledes de forskellige Gifte virker, ved vi grumme lidet sikkert om. I kemisk Henseende hører de jo til de mest forskellige Grupper, og deres Virkemaade er derfor sikkert ogsaa mangeartet. Syrer, Baser, Iltningsmidler o. l. virker rimeligvis ved at destruere Membran og Protoplasma, neutrale Salte ved enten at plasmolysere Cellerne eller trænge ind igennem Væggen og indgaa Forbindelser med Protoplasmaets Bestanddele, og Virkningen kan da være afhængig baade af Stoffets Diffusionshastighed og Cellevæggens Gennemtrængelighed. Naar Sporerne da er saa meget mere modstandsdygtige end de vegetative Celler, kan dette hidrøre, dels fra at Sporemembranen vanskeligere lader Giftene trænge igennem, dels fra at Protoplasmaet paa Grund af sit ringe Vandindhold vanskeligere indgaar kemiske Forbindelser.

Mærkeligt er det, at visse Metaller som f. Eks. Kvægsølv, Sølv og Guld virker paa Afstand. Lægger man f. Eks.

et lille Stykke metallisk Guld midt i en Gelatineplade, er der flere Arter Bakterier, der ikke vil vokse i en vis Afstand udenom. Muligvis er det en Straalevirkning, der her gør sig gældende.

Behring forklarede Kvægsølvforbindelsernes Virkninger som hovedsagelig afhængige af deres Indhold af opløseligt Kvægsølv, lige meget, i hvilken Forbindelse dette saa ellers fandtes. Men dette slaar ikke til. Krönig & Paul har i et klassisk Arbejde[1] paavist, at visse Kvægsølvsalte, f. Eks. Cyankvægsølv, i samme eller endog stærkere Koncentration har en langt svagere Virkning end andre, f. Eks. Sublimat. Nu er imidlertid Cyankvægsølv ogsaa langt svagere dissocieret[2]

[1] »Die chemischen Grundlagen der Lehre von der Giftwirkung und Desinfektion«. »Zeitschr. für Hygiene«, 25 Bd. 1897, p. 1—112 og i »Zeitschr. für physikalische Chemie«, 21 Bd. 1896, p. 414—450.

[2] Til Forstaaelsen af disse Forhold tjener følgende Data fra den fysiske Kemi. Naar et Stof gaar i vandig Opløsning, er det ikke altid alle Stoffets Molekuler som saadanne, der opløser sig; men en Del af dem er spaltede, dissocierede, i mindre Dele, saakaldte Ioner. En Opløsning af Klornatrium vil t. Eks. ikke alene indeholde Na Cl-Molekuler men tillige Na- og Cl-Ioner. Disse antages at være ladede med Elektricitet, Metal-Ionen (+ Na) med positiv, Syre-Ionen (÷ Cl) med negativ. Ti kun de Stoffer, der er dissocierede, har Evne til i vandig Opløsning at lede den elektriske Strøm, er Elektrolyter. Sendes en saadan igennem dem, følger den med de vandrende frie Ioner, og disse fordeler sig saaledes, at den elektropositive Ion (Kationen) vandrer til den negative Elektrode, den elektronegative (Anionen) til den positive Elektrode. For det samme Stof stiger Dissociationsgraden med Fortyndingen og med Temperaturen og forandrer sig efter Opløsningsmidlet, den samtidige Tilstedeværelse af andre Stoffer o. s. v. T. Eks. nedsætter Na Cl Dissociationsgraden af $HgCl_2$ ifølge en Lov, som ikke her skal udvikles nærmere. Opløsninger af alle Stoffer i Opløsningsmidler som Benzol, Svovlkulstof og Æter er ikke dissocierede, alkoholiske Opløsninger er det kun i meget ringe Grad, og i Sammenhæng hermed er de heller ikke Elektrolyter eller kun meget daarlige Ledere af Elektricitet. De Stoffer, der er dissocierede i vandig Opløsning, er det ogsaa i meget forskellig Grad, og Syrer og Baser er henholdsvis at betegne som stærke eller svage efter deres Dissociationsgrad. Neutrale Salte er i Reglen stærkere dissocierede end sure og basiske. Kvægsølvets Halogenforbindelser er dog forholdsvis kun svagt dissocierede. De fleste organiske Forbindelser med Undtagelse af de typiske Baser, Syrer og Salte er ikke dissocierede og ikke Elektrolyter. — Iøvrigt skal vi om disse Forhold henvise, foruden til de ovennævnte Afhandlinger af Paul & Krönig, til W. Ostwald: »Die wissenschaftlichen

i vandig Opløsning end Sublimat, og Forfatternes mange Forsøg med forskellige Metalsalte pegede hen paa en Sammenhæng mellem Desinfektionsevnen og Dissociationsgraden hos disse, og at den første er des større, jo flere frie Metal-Ioner der findes i Opløsningen. De forskellige Salte af samme Metal kan være dissocierede i højst forskellig Grad, og det enkelte Stofs Dissociationsgrad kan enten forøges, med Temperaturen, eller nedstemmes, ved den samtidige Nærværelse af andre dissocierede Forbindelser. Saaledes nedstemmer f. Eks. Klornatrium, der i sig selv er stærkt dissocieret, Sublimatets Dissociationsgrad og svækker samtidig dets Desinfektionsevne i følgende Forhold:

Af en bestemt Mængde Miltbrandsporer, der havde været behandlede med en 16 Liters Sublimatsopløsning i 6 Minuter, spirede

Uden Klornatriumtilsætning..	8	Kolonier.
Med 1 Del Klornatrium.....	32	—
- 2 Dele —	124	—
- 4 - —	382	—
- 6 - —	803	—
- 10 - —	1087	—

Hvor Sublimat anvendes, maa man derfor tage Hensyn til Nærværelsen af NaCl eller andre Klorider og anvende saa meget større Koncentrationer af det, jo flere Klorider der er tilstede.

At der ofte er en Sammenhæng mellem Dissociationsgraden og Giftigheden, derpaa tyder bl. m. a. ogsaa, hvad der blev nævnt i det foregaaende (p. 122), at Ammoniak samtidig med at være yderst svagt dissocieret saa godt som ingen antiseptiske Egenskaber har, samt at absolut Alkohol som Opløsningsmiddel ophæver baade Sublimatets, Sølvnitratets, Karbolsyrens og Formaldehydets desinficerende Evne. Her er da muligvis

Grundlagen der analytischen Chemie«, II Ed., Leipzig 1897, p. 44—53 (Pris 4 Kr. 50 Ø.). Samme Forfatters »Grundriss der allgemeinen Chemie« eller Max Rudolphi: »Allgemeine und physikalische Chemie«, Leipzig 1898. Sammlung Göschen 193 S. (Pris 75 Ø.) Se ogsaa Alfr. Fischer: »Vorlesungen über Bakterien«, 1897, p. 81—83.

Vejen aabnet til en Forstaaelse af de iøvrigt saa gaadefulde Giftvirkninger hos mange Stoffer. Dog maa flere andre, bl. a. de fleste organiske, Stoffers giftige Egenskaber forklares paa anden Maade.

Det skal til Slut nævnes, at meget smaa Mængder af et Giftstof undertiden kan virke pirrende, saa Vækst og Formering foregaar hurtigere end ellers. I meget svage Koncentrationer kan de endog undertiden tjene som Næringsstoffer, f. Ex. Karbolsyre som Kulstofkilde (se p. 89 og 97).

8. Symbiose og Antibiose.

I den brogede Flora af Mikroorganismer, man ved Hjælp af Mikroskopet eller Gelatinepladen vil kunne forefinde rundt omkring i Naturen, gaar det ikke altid saa fredeligt til. Her i den »usynlige« Verden raser der i Virkeligheden en ligesaa hæftig indbyrdes Kamp for Tilværelsen som blandt de højere Organismer, og her som der gælder den Lov, at den under de givne Forhold stærkeste fortrænger den svagere og søger saa vidt muligt at udrydde denne. Men ligesom i Samfund af højere Organismer hænder det ogsaa her, at to eller flere Arter slaar sig sammen for med større Kraft at modstaa ugunstige ydre Kaar og kæmpe mod en fælles Fjende eller for at tilvende sig Fordele, som de enkelte Arter hver for sig ikke var i Stand til, at én Art tager en anden i sin Tjeneste, at en anden søger Ly hos en overmægtig Ven, under hvis Beskyttelse den først rigtig trives vel, osv. Ja, for at gøre Sammenligningen mere fuldstændig, saa findes der ogsaa blandt Mikroorganismerne aldeles ufordragelige Modstandere, saa at den ene er Døden vis, om den møder den anden paa sin Vej. — Dette gælder dog ikke alene for Forholdet mellem Mikroorganismerne indbyrdes, men ogsaa for Bakterierne overfor højere Dyr og Planter.

Disse Afhængighedsforhold kan enten være ensidige eller gensidige, af gavnlig eller skadelig Art, men det er ikke altid let at afgøre, af hvilken Karakter de er.

Eksempler paa gensidige gavnlige Forhold, Symbiose, er allerede nævnte pag. 112—113: Forraadnelsesbakterier,

aërobe og anaërobe Bakterier, Salpeterbakterierne o. fl., der forberedte Næringssubstratet for hinanden, ved at den ene Art dannede Stoffer, der var gavnlige for den anden, eller fjærnede saadanne (Ilt, Ammoniak), der virkede skadeligt paa andre Arter (Anaërobionter, Nitratbakterier). Af andre Eksempler kan nævnes de i Kefyrkornene optrædende Mikroorganismer (*Bac. caucasicus*, *Saccharomyces Kefir* og nogle Mælkesyrebakterier), der kun i Forening er i Stand til at fremkalde den ejendommelige Kefyrgæring i Mælk (v. Freudenreich), eller dette, at visse Strepto- og Stafylokokker, der normalt optræder i Mennnekets Mund, Fordøjelseskanal og Luftvejene, under Difteri, Tyfus, Skarlagensfeber, Tuberkulose m. m. antager virulente Egenskaber og fremkalder farlige Sekundæraffektioner. Et symbiotisk Forhold mellem Bakterier og højere Organismer fandt vi jo ogsaa mellem Bælgplanterne og deres Knoldbakterier, og rimeligvis forretter de i Pattedyrenes Fordøjelseskanal normalt forekommende Bakterier en vigtig Tjeneste for Dyrene under Fødens Bearbejdelse, medens de selv trives vel netop paa disse Steder (Thierfelder, Schottelius).

Det er dog hyppigere, at der bestaar et antagonistisk Forhold, Antibiose, mellem de Bakteriearter, der tilfældig kommer til at støde sammen, saaledes at den ene enten fuldstændig gaar til Grunde eller kun kan friste en kummerlig Tilværelse paa Grund af den andens Nærværelse. De Vaaben, hvormed de bekæmper hinanden, kan være forskellige. Den ene Art kan t. Eks. udskille eller danne Stoffer, som den anden ikke kan taale, og derved gøre Substratet ubrugeligt for denne, selv om den førstnævnte fjærnes ved Filtrering gennem Chamberlandske Filtre el. lign. (v. Freudenreich, Babes). En Tilsætning af frisk Næringsstof hjælper i saa Tilfælde heller ikke (Kappes). Heri kan muligvis søges Forklaringen paa, at man kan immunisere mod Miltbrand ved svækkede Kulturer af Hønsekolera (Pasteur), og at Mælkesyrebakterier hurtigt undertrykker visse Former af Colibakterier (C. O. Jensen, Storch). — I andre Tilfælde afhænger Udfaldet af den indbyrdes Kamp af andre Forhold. Som bekendt stiller Bakterierne ofte meget forskellige Krav

til Næringens Sammensætning, Koncentration og Reaktion samt til Temperaturen. Den Art, for hvem de givne Forhold bedst passer, vil da som Regel overvinde den anden, men hvis alle Forhold ellers er lige, bliver det den, der har den største Væksthastighed, der bliver den sejrende; ti den kan da efterhaanden opbruge de Næringsstoffer, der var nødvendige for dens Modpart. Paa denne Maade vil t. Eks. Tuberkelbakterien næsten altid blive standset i sin Udvikling, hvis Kulturer af den forurenes, da den vokser meget langsomt. Og paa en med flere Arter tæt besaaet Gelatineplade bliver Kolonierne af de enkelte ofte meget mindre end i Renkulturer og mindre, end selve de rumlige Forhold kunde tillade dem at blive, idet der paa visse Steder af Pladen bliver ubevoksede Pletter mellem Kolonierne. Dette sidste Forhold er maaske delvis betinget af, at den ene Arts Stofskifteprodukter siver ud i Gelatinen og skader Naboen.

Hvor der bestaar et antogonistisk Forhold mellem Bakterier, kan det ogsaa give sig til Kende derved, at den ene Art svækker den andens Virulens, Gæringsevne, Evnen til at danne Farvestoffer o. l. uden just at hæmme dens Vækst og Formering.

Foruden mellem Bakterier indbyrdes bestaar der ogsaa ofte Antibioser mellem Bakterier paa den ene Side og Gær- og Skimmelsvampe eller andre Mikroorganismer paa den anden Side. Her maa tillige peges paa den naturlige og erhvervede Immunitet og i det hele taget paa Forholdet mellem Snylter og Vært under Infektionssygdomme, der selvfølgelig altid er Antibioser, og hvis Udfald afhænger af, hvem af de to der bliver den stærkeste.

§ 3. Livsytringerne.

1. Assimilation og Dissimilation.

Respiration.

Naar de i en tidligere Paragraf nævnte Krav til Næringsstoffer og ydre Faktorer (Ilt, Temperatur osv.) er opfyldte, foregaar Bakteriecellens Livsvirksomhed, der ytrer sig

paa mange forskellige Maader. Et af de mest iøjnefaldende Tegn paa Liv er, at der foregaar Vækst og Formering. Dette kan saavel iagttages makroskopisk ved Kolonidannelsen paa fast Substrat, Dannelsen af Hinder, Bundfald eller Uklarhed i flydende Næring, som følges under Mikroskopet (ved Kultur i hængende Draabe), hvor man tillige kan afgøre, hvor længe Bakteriecellen er om at vokse ud, og hvor hyppigt den deler sig. Disse Forhold er allerede gentagne Gange berørte, og der henvises desangaaende til tidligere Afsnit (Om Cellens Former, Formeringen osv.). Andre ofte meget iøjnefaldende Tegn paa Bakterieliv er de gennemgribende Stofomdannelser (Gæringer) eller smitsomme Sygdomme, der kan være Følgen af Bakteriers Livsvirksomhed, og som vi senere vil komme tilbage til.

Næringsoptagelsens Formaal er, som nævnt pag. 87, bl. a. at skaffe Byggemateriale til Cellernes Vækst og Formering; men disse Processer er dog ikke de umiddelbare Følger af Næringsoptagelsen. Herimellem ligger en lang Række af for største Delen ganske ukendte kemiske Omdannelser, om hvilke vi i Øjeblikket kun kan antyde Retningen.

Da jo de mest forskellige Stoffer kan tjene som Næring for Bakterierne, men Cellelegemets endelige Bestanddele vel i Hovedsagen er de samme, navnlig Æggehvidestoffer, en ringe Mængde Fedt og Kulhydrater, maa Næringsstofferne nødvendigvis under Optagelsen og den videre Bearbejdelse undergaa Forandringer af højst forskellig Art. Hvor Albuminstoffer, Peptoner, Kulhydrater o. l. er de vigtigste Næringsstoffer, er Springet antagelig ikke saa langt, men naar Næringen fuldstændig eller væsentligst, som hos Salpeter- og Svovlbakterierne o. a., er af uorganisk Art (Kulsyre, Ammoniak, salpetersyrlige Salte eller endog frit Kvælstof), er der en lang Vej frem til det komplicerede Æggehvidemolekule, og der maa da i den levende Celle foregaa højst indviklede kemiske Processer. Vi kender lige saa lidt her som ved de højere (grønne) Planter de første organiske Assimilationsprodukter, men rimeligvis gaar Vejen til Æggehvidemolekulet gennem Dannelsen af Alkoholer, Aldehyder, organiske Syrer, Kulhydrater, Amider o. s. v. med en Række ukendte Mellemtrin. Dette

kun for at pege paa, at Stofomsætningen i den »simple« Bakteriecelle sandsynligvis ikke er mindre indviklet og dybtgaaende end hos de højere Organismer, men at der til Udviklingen af hver enkelt lille Celle kræves en Mængde forskelligartede Synteser (Opbygningsprocesser).

Alle de Processer, der gaar i opbyggende (syntetisk) Retning, vil vi betegne ved et fælles Ord, Assimilation, i Modsætning til Nedbrydningsprocesserne, som vi vil benævne Dissimilation.

Hvorledes Assimilationsprocesserne, — der, hvis de skulde eftergøres uden for Organismen, vilde kræve Anvendelse af overordenlig Tid og Kraft — kommer i Stand i Bakteriecellen, ved vi grumme lidt om, men vi antager, at Omdannelserne følger almindelige kemiske og fysiske Love. Et er imidlertid sikkert, og det er, at der ved disse Synteser forbruges Energi, som paa en eller anden Maade maa skaffes til Veje; og da der tillige under Livsvirksomheden lides et Varmetab til Omgivelserne, og Overgangen fra faste til luftformige Stofskifteprodukter hænger sammen med et Energiforbrug, er det vigtigt at skaffe sig Klarhed over, hvorfra Bakterierne henter sig Energi til deres Livsførelse.

For alle de levende Væsener, der ikke fører Klorofyl eller et lignende Farvestof, ved hvilket Sollysets Straaleenergi kan udnyttes til Assimilation af Kulsyren, eksisterer der i Reglen kun én Energikilde, nemlig Stofnedbrydningen, Dissimilationen, inde i den levende Celle. Ved denne frigøres der Varme og dannes en stor Mængde saakaldte Stofskifteprodukter[1], af hvilke vi kun kender en forholdsvis ringe Del nøjere, nemlig dem, der udskilles som Ekskreter af Cellen. Det vigtigste af disse og det, der udskilles i størst Mængde, er Kulsyren, og da Udskillelsen heraf tillige næsten altid er ledsaget af en Iltoptagelse, har vi her med det for de levende Væsener mest karakteristiske Stofskifte at gøre, Aandedrættet eller Respirationen.

Det har nu imidlertid vist sig, at Bakterierne ikke udelukkende er henviste til denne Energikilde, men at de er langt

[1] Et ganske vist noget uheldigt Udtryk i denne Betydning, da Assimilationsprodukterne jo ogsaa er Resultatet af et Stofskifte.

alsidigere tilpassede til forskellige Naturforhold. Nogle kan paa den ene Side som de højere Planter assimilere Kulsyre i Lys ved Hjælp af Klorofyl (de grønne Bakterier), andre ved Hjælp af et særegent Farvestof, Bakteriopurpurinet, (Purpurbakterierne) og atter andre uden Lys og uden Farvestof ved Hjælp af den Energi, der frigøres ved uorganiske Stoffers Iltning (Salpeter- og rimeligvis Svovl- og Jærnbakterierne) (se pag. 93—95). Paa den anden Side kan nogle helt eller delvis opgive det egentlige Aandedræt (Anaërobionterne), idet de i Stedet for drager Nytte af den Energi, der ved Enzymvirkninger eller Gæringsprocesser — og da maaske for en stor Del udenfor Cellen — frigøres ved komplicerede organiske Molekulers Spaltninger. Hertil vil vi senere komme tilbage og paa dette Sted først afhandle, hvad vi ved om Aandedrættet og Dissimilationen i Almindelighed hos Bakterierne.

Respirationen. — Kulsyreudskilning er ikke altid et sikkert Tegn paa, at der foregaar et normalt Aandedræt. Den kan nemlig hidrøre fra Gæringsprocesser, der meget ofte er ledsagede af Kulsyredannelse, og vi kan derfor først tale om en egentlig Respiration, naar der tillige kan paavises en Iltoptagelse. Og dertil kommer, at Iltoptagelsen heller ikke altid er et sikkert Kriterium paa Respiration, fordi flere Bakterier, der fremkalder Iltningsgæringer (som t. Eks. Eddikesyre- og Salpeterbakterierne) maaske kun virker som Iltoverførere (Katalysatorer) uden i større Maalestok at anvende Ilten til en indre Forbrænding[1]. Imidlertid er der al Grund til at tro, at de obligat aërobe og til Tider ogsaa de fakultativt anaërobe Bakterier respirerer normalt og derunder drager en betydelig Nytte af den derved frigjorte Energi. Men de Forsøg, der er anstillede over Bakteriernes Respiration, er kun ganske faa og ikke udtømmende til Spørgsmaalets fulde Opklaring.

De vigtigste Undersøgelser er anstillede af Hesse (1893 og 1897). Han arbejdede med baade aërobe og anaërobe

[1] Tillige skal (efter Ewart) mange af de Farvestoffer, der dannes af kromopare Bakterier, kunne binde Ilt paa lignende, løs, Maade som Hæmoglobinet, og atter, under visse Forhold, afgive den igen.

Former, som Tyfus-,Kolera, Tuberkel-, Snive-, Pest- og Miltbrandbakterier, *Bact. capsulatum* Pfeiffer, *Micrococcus aureus* og *Actinomyces* samt *Bacillus Tetani* og *Bac. Chauveaui.* De dyrkedes i lufttætte Kolber paa Glycerin-Agar, og Luftens Indhold af Ilt og Kulsyre bestemtes til forskellige Tider. Der viste sig da for de aërobe Formers Vedkommende en ofte meget betydelig Iltoptagelse, ledsaget af en tilsvarende men altid noget mindre Kulsyreudskilning. Ofte var al den i Kolben værende Ilt brugt op efter en eller nogle faa Dages Forløb. Den største Iltoptagelse og Kulsyreudskilning faldt sammen med den livligste Vækst; for nogle hurtigt voksende Arter som Miltbrand, Tyfus, Kolera og Aktinomyces naaedes Maksimum efter 1—3 Døgns Forløb, hvorefter Processen langsomt tog af; Tuberkelbakterien, der vokser langsomt, brugte derimod flere Uger for at naa Maksimum, men holdt sig saa ogsaa forholdsvis længe paa samme Punkt. Hver Bakterieart dannede altid paa et bestemt Substrat en for den karakteristisk Respirationskurve, der endogsaa skulde kunne bruges til at kende Arten paa. Men baade Iltkurven og Kulsyrekurven varierede ellers med Væksthastigheden, Næringssubstratets Art og Alkalescens, Temperaturen osv. Naar der altid optoges mere Ilt, end der svarede til den udskilte Kulsyre, mente Hesse, at Overskudet brugtes til Dannelsen af plastiske Assimilationsprodukter eller ikke flygtige Nedbrydningsprodukter. — De anaërobe Arter, der dyrkedes i iltfri Atmosfære, udskilte ogsaa til Stadighed en ringe Mængde Kulsyre, der naturligvis ikke var noget egentligt Aandedrætsprodukt; men sattes en aërob Art (Kolera, Pest) i en Brintatmosfære, hørte Kulsyreudskilningen fuldstændig op efter faa Dages Forløb.

Medens altsaa de aërobe Bakterier utvivlsomt respirerer paa normal Vis, er det paa den anden Side ligesaa utvivlsomt, at de Former, der kan leve anaërobt til Tider eller til Stadighed, under disse Omstændigheder intet Aandedræt har og derfor heller ingen Energi vinder ad den Vej. Naar de obligate Anaërobionter kan vænnes til at taale en ringe Iltspænding (se pag. 117—119), forbruger de muligvis ogsaa noget af den tilstedeværende Ilt (endnu ikke godtgjort ved Forsøg),

men den spiller sikkert ikke nogen vigtig Rolle for dem til Energiproduktion.

Beijerinks Teori (1899), at der ikke gives nogen virkelig obligat anaërob Bakterie, men at alle fordrer fri Ilt om end ofte kun i minimale Mængder (makro- og mikroaërofile Bakterier), er ikke tilstrækkelig eksperimentelt begrundet. Han mener, at de anaërobe Bakterier, naar fri Ilt ikke staar til deres Disposition, lever paa Bekostning af tidligere opmagasineret fri Ilt; men dette kunde jo dog kun være saa ubetydelige Mængder, at det vilde være ganske ubegribeligt, hvorledes Generation efter Generation skulde kunne drage nogen nævneværdig Nytte af den til Energiproduktion.

For Anaërobionterne maa da ofte Gæringsprocesser erstatte Respirationen. Men da de ogsaa kan leve uden at fremkalde, hvad vi i Almindelighed forstaar ved Gæringer (se senere), maa de i saa Tilfælde kunne nøjes med den Energi, der frigøres ved Stofomsætningen (Dissimilationen) inde i Cellen.

Af Hesses Forsøg fremgik det jo, at ogsaa Anaërobionterne udskiller Kulsyre uden at optage Ilt. Efter moderne Fysiologers Opfattelse er Kulsyren ogsaa ved den normale Respiration til Dels et Resultat af Spaltningsprocesser, der gaar forud for Iltoptagelsen, hvorfor i mange Tilfælde i Plante- og Dyreriget Kulsyreudviklingen vedbliver, selv naar den frie Ilt udelukkes (intramolekulær Respiration). Hos Anaërobionterne synes da den for de højere Planter og Dyr anormale intramolekulære Respiration at være bleven den normale og ganske at have overflødiggjort Iltoptagelsen.

Samtidig med Kulsyre dannes der altid Vand i stor Mængde foruden mange andre Stofskifteprodukter, som senere vil finde nærmere Omtale.

2. Bakteriernes Bevægelser.

Kemotaksi.

Alle de Bakterier, der er i Besiddelse af Cilier, har Evne til at bevæge sig. Af hvilken Art Bakteriernes Bevægelser er, er omtalt pag. 33—36, ligesom der paa dette Sted kortelig er henpeget paa de ydre Faktorers Indflydelse paa Ci-

lierne og Bevægelsen. Om deres Indflydelse paa selve Bevægelsesevnen skal der da kun tilføjes nogle faa Data.

Der kan naturligvis kun være Tale om Bevægelse i flydende Medier. Paa fast Substrat er den udelukket, med mindre selve Bakteriernes Livsvirksomhed gør Substratet flydende (f. Eks. »smelter« Gelatine). At Substratet endvidere maa afgive en passende Næring eller i hvert Fald ikke være giftigt for Bakterierne, er en selvindlysende Betingelse. Stærke Koncentrationer virker lammende baade ved at plasmolysere Bakteriecellen og ved at gøre Cilierne stive (se p. 35).

I det hele taget gælder det for Bevægelserne som for alle andre Livsytringer, at de kun sker indenfor visse kvantitative Grænser af de ellers nødvendige ydre Faktorer; men disse Grænser er snævrere end dem, der gælder for Livets Ophør, og falder ikke altid sammen med dem, der gælder for andre Livsprocesser. Dette er f. Eks. i paafaldende Grad Tilfældet med Iltspændingen og Temperaturen. De aërobe Bakterier indstiller enhver Bevægelse, hvis fri Ilt ikke er tilstede, de anaërobe omvendt, og for hver enkelt Art eksisterer der en Iltspænding, der er den gunstigste for Bevægelsesevnen. Men det er andre Grader af Iltspænding, der fordres til Bevægelsen, end dem, der er nødvendige for Vækst og Formering, saa at disse Processer ofte kan vedblive, naar Bevægelsen er hørt op. Ved høje Temperaturer kan Bevægelsesevnen undertiden tabes for bestandig, undertiden kun foreløbig, indtil Bakterierne igen udsættes for en lavere og gunstigere Temperatur. Ligesaa ved lave Temperaturer. Zopf saa f. Eks *Bac. vernicosus* genvinde sin Bevægelsesevne, efter at den i 3 Timer i Træk havde været afkølet til ÷83°, ved hvilken Temperatur den, uden at dræbes, naturligvis havde standset sine Bevægelser. — Om Lyset, som Engelmann har paastaaet, skulde være nødvendigt for at fremkalde Bevægelser hos hans *Bact. photometricum*, er (efter Winogradsky) tvivlsomt, og for de andre Bakteriers Vedkommende er det, saavidt bekendt, overflødigt.

Et helt andet Fænomen er de ydre Faktorers Indflydelse paa Bevægelsens Retning. Her kan undertiden ogsaa

Lyset spille en Rolle (Fototaksi). Forudsat, at der er rigelig Svovlbrinte tilstede, vil visse Svovlbakterier (Chromatierne) altid samle sig paa den lyseste Side af et Kulturglas (positiv Fototaksi, Winogradsky), men en pludselig Formindskelse af Lysstyrken faar Bevægelserne til ligesaa pludselig at standse eller vende om i modsat Retning (»Skrækbevægelser«, Engelmann). — Foruden Lyset skal (efter Massart) ogsaa Tyngdekraften og Overfladespændingen i en Væske have Indflydelse paa nogle Spirillers Bevægelser, snart i positiv, snart i negativ Retning, og efter Roth skal svage Strømninger i Væsker ofte have den Indflydelse, at Bakterierne svømmer imod Strømmen (Rheotaksi).

Men størst og mest iøjnefaldende Indflydelse paa Bevægelsesretningen øver dog den frie Ilt og visse andre Stoffer. Disse Virkninger kalder man med et fælles Navn

Kemotaksi[1]. At Ilten har en saadan Indflydelse, er allerede tidligere omtalt (se p. 117), idet bevægelige Bakterier ordner sig efter den Iltspænding, der bedst passer for dem (de Beijerinckske »Aandingsfigurer«, se Fig. 110). Er den nærværende Iltspænding for høj, søger de bort mod Steder med en lavere og omvendt. Da disse Bevægelser jo er gavnlige for Bakterierne, synes de os naturlige og for saa vidt lettere forstaaelige. Men de er dog i Virkeligheden ligesaa gaadefulde som de Bevægelser, der bestemmes af andre Stoffer, hos hvilke der ikke behøver at være nogen som helst Sammenhæng mellem deres Næringsværdi og den Tiltrækning eller Frastødning, de udøver. F. Eks. virker Glycerin, der er et fortræffeligt Næringsstof for en Mængde Bakterier, slet ikke, og Kulhydrater (Sukker) kun yderst svagt, medens en Sublimatopløsning, der i nogle faa Øjeblikke bereder dem den sikre Død, virker stærkt tiltrækkende. I det hele taget har det hidtil ikke været muligt at finde Love for, hvilke Stoffer der er virksomme og hvilke ikke, eller hvilke Forhold der fremkalder en tiltrækkende (positiv), hvilke en frastødende (negativ) Kemotaksi. Vi finder kemotaktisk virkende og uvirksomme Stoffer baade blandt uorganiske og organiske, blandt krystalloïde og kolloïde Legemer. Og det samme Stof, der

[1] Iltens retningsbestemmende Indflydelse kaldes undertiden ogsaa Aërotaksi.

i en vis Koncentration virker tiltrækkende, vil i en anden (stærkere) sædvanlig virke frastødende.

Af uorganiske Stoffer er særlig Kalisaltene (som Klorkalium) virksomme, noget mindre Natrium- og Rubidiumforbindelser og kun lidet de alkaliske Jordarter. Metallerne er som Regel mere virksomme end Metalloiderne, og i Forbindelser af disse (Salte) kan Metalbestanddelen undertiden virke tiltrækkende, medens Metalloidbestanddelen (Syreradikalet) virker frastødende. Bevægelsens Retning bliver saa bestemt ved Resultanten af de to Kræfter. Syrer virker i det hele taget kun svagt paa Bakterier[1]. — Af organiske Stoffer virker Pepton og Asparagin i passende Koncentration positivt, medens Alkohol i alle Fortyndinger virker negativt kemotaktisk. Om Kulhydrater og Glycerin, se ovenfor! Endelig skal nævnes, at Bakteriernes egne Stofskifteprodukter virker frastødende paa dem.

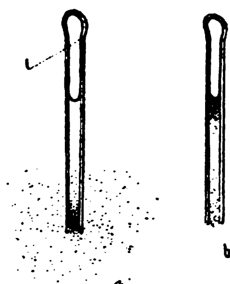


Fig. 115. **Kemotaksi.** Haarrør med 5 % Pepton og en afspærret Luftblære (l) i en Draabe med Forraadnelsesbakterier. a efter ca. 4 Min. b efter 1/4—1/2 Time. Se forøvrigt Teksten. 50/1. (Efter A. Fischer).

Kemotaksien kan let vises, som Pfeffer har gjort det, ved at fylde smaa Haarrør, der er tilsmeltede i den ene Ende, med det Stof, hvis Virkninger man vil undersøge. Lader man en lille Blære af Luft eller Ilt blive i den lukkede Ende, vil man tillige kunne iagttage Iltens Indflydelse. (Se Fig. 115). Har man f. Eks. fyldt Røret med en 5 % Peptonopløsning og stukket den aabne Ende ind under Mikroskopet i en Vanddraabe med bevægelige Forraadnelsesbakterier, vil man snart se disse samle sig i tætte Skarer om Rørets Munding *(a)*, efter c. 1/2 Times Forløb vil de være trængte op i Røret, og nogle (de udpræget aërobe) have søgt helt op mod Luftblæren, tiltrukne af Ilten *(b)*. Fylder man derimod Røret med Glycerin, vil ingen af Bakterierne trænge op deri.

[1] Bregnesædlegemer tiltrækkes derimod stærkt af f. Eks. Æblesyre og æblesure Salte.

Hvis Bakterierne i Forvejen befandt sig i en Draabe, der indeholdt Pepton, vilde de heller ikke søge til Haarrøret, med mindre dette da indeholdt 5 Gange saa stærk en Opløsning deraf; og flyttedes Haarrøret derefter over i en ny Draabe med denne Koncentration af Pepton, maatte Koncentrationen i Haarrøret forstærkes yderligere 5 Gange for at virke tiltrækkende, og saaledes videre, indtil de Grænser naaes, indenfor hvilke Pepton i det hele taget virker tiltrækkende. Lignende Forhold gælder for andre kemotaktisk virkende Stoffer. Vi træffer her paa en Lov, der gælder saavel i Sansefysiologien som for en Række Pirringsfænomener i Planteriget, den Fechner-Weberske Lov, der udsiger, at jo stærkere et Sanseorgan i Forvejen er pirret, desto stærkere maa Pirringsaarsagen forøges for at fremkalde en ny Pirring.

Forøvrigt er Kemotaksien jo ikke et Fænomen, vi træffer alene hos Bakterierne. Mange andre smaa Organismer, Dyr og Planter, saa vel som Sædlegemers og andre frit bevægelige Cellers Bevægelsesretning paavirkes paa lignende Maade af Kemikalier. Interessant i denne Sammenhæng er det, at de hvide Blodlegemer, Leukocyterne, paavirkes kemotaktisk af patogene Bakteriers Stofskifteprodukter, og ofte netop stærkest, naar Bakterierne af en eller anden Grund er svækkede (Massart). Det er altsaa selve Bakterierne, der lokker Leukocyterne til sig, naar de som bekendt »ædes« af disse (»Fagocytose«, Metchnikoff).

3. Varmeudvikling.

Uadskillelig knyttet til Respirationen og de øvrige Dissimilationsprocesser, som kendetegner Stofskiftet, er Udviklingen af Varme. Hele den dyriske Varme har jo sin Kilde i de Iltninger og Spaltninger, der foregaar i Vævene og i Blodet, og at der ligeledes ved Planternes Stofskifte frigøres Varme, er velbekendt.

Bakterierne, der som Regel har et usædvanlig livligt Stofskifte, staar ikke tilbage for andre Organismer i Varmeproduktion, og naar vi ikke altid kan konstatere noget egentligt Aandedræt hos dem (som hos Anaërobionterne), vil man dog finde, at de producerer Varme paa anden Maade, ved

at nedbryde saadanne Stoffer, der ved Spaltninger frigør Varme. Naar Anaërobionter lever paa et Substrat, i hvilket de ikke fremkalder nogen egentlig Gæring, er det rimeligt, at de benytter hele den ved deres Stofskifte vundne Energi til Assimilationen og de øvrige Livsfunktioner, uden at der bliver et Overskud af Varme fri. Men hvor der som saa ofte i Naturen foregaar Gæringsprocesser ved Bakteriernes Hjælp, er Varmeudviklingen sædvanligvis meget livlig. Dette er enhver bekendt fra dampende Møddinger, fra fugtigt Hø og Halm, der samles i Bunke eller køres i Lade, hvor Temperaturstigningen endog kan gaa saa højt, at den fører til Selvantændelse. Dette Fænomen, der endnu ikke er fuldt opklaret, foregaar rimeligvis paa følgende Maade: Ved Bakteriernes Livsvirksomhed og de dermed følgende Gæringsprocesser, der foregaar livligst ved en passende Fugtighedsgrad, frembringes der let en Temperatur paa 50°—60°—70°. For flere thermofile Bakterier er disse Temperaturer jo endog særlig gunstige (se pag. 123), hvad der bevirker en yderligere Forøgelse af Temperaturen. Herved sker da ofte en delvis Forkulning af organisk Substans. Paa lignende Maade som ved pulveriseret (reduceret) Jærn kan Ilten nu fortættes i de fine Porer og fremkalde en Varmeudvikling, der kan stige til Stoffernes Antændelsestemperatur (Cohn). — Undertiden benytter man den spontane Opvarmning til at udtørre og derved konservere Hø, idet man naturligvis sørger for at undgaa Selvantændelse (Böhmer).

Stærk og iøjnefaldende Varmeudvikling ledsager en vigtig Gæringsproces, der endnu ikke hverken kemisk eller biologisk er fuldt opklaret, nemlig den Proces, hvorved Tobaksbladene faar deres Aroma (Tobaksgæringen). Længe før man anede noget om Mikroorganismers Delagtighed heri, har man kaldt denne Proces for Gæring (»Fermentationen«). Efter Undersøgelser af Suchsland, J. Behrens, Koning, Vernhout o. fl. er det nu sandsynligt, at visse Bakterier (foruden maaske andre Mikroorganismer) spiller en væsentlig Rolle herved. Der er endogsaa rendyrket og taget Patent paa Arter, der skulde kunne give almindelige tyske eller hollandske Tobaksblade den vestindiske Tobaks fine Aroma (Suchsland). Ganske sikkert er flere Arter delagtige heri. Nogle indleder Processen og faar Temperaturen til at stige; andre (ther-

mofile) Arter fortsætter, og selve Hovedgæringen foregaar ved 53°—56°, der jo er langt over de almindelige Bakteriers Optimumstemperatur. I enkelte Tilfælde lader man endog Temperaturen stige til henimod 70°.[1]

Ogsaa Humle undergaar ved Henliggen en Gæringsproces, der giver sig til Kende ved Dannelsen af Trimethylamin og stærk Opvarmning. Humlen ødelægges efterhaanden herved. Aarsagen er rimeligvis en thermofil Bakterie, som J. Behrens konstant fandt i gærende Humle, rendyrkede og kaldte *Bacillus lupuliperda*.

4. Lysudvikling.

En Række Bakterier har Evne til at udsende Lys. De findes mest i Havet og bidrager til Dannelsen af Morild; ofte optræder de paa døde Fisk, over hvilke de danner en hvid, slimet, lysende Belægning. Enkelte Steder er de ogsaa fundne i fersk Vand; ret hyppigt optræder de paa Land, paa raaddent Kød eller lign. En lysende Art er ogsaa funden snyltende, i et Krebsdyr *(Talitrus)*, hvis Død den efterhaanden volder. Men medens Krebsen endnu er levende, udsender Dyret et ejendommeligt, grønligt Lys, der holder sig nogle Timer efter dets Død (Giard). — Maaske andre Sødyrs Lysen da undertiden har sin Aarsag i lignende Snyltegæster.

Man sammenfatter disse Bakterier i en egen biologisk Gruppe: Lys- eller Fotobakterierne, skønt de i morfologisk Henseende ofte er vidt forskellige og saaledes ikke har noget naturligt Slægtskab. De er overordentlig udbredte og har Repræsentanter i alle Jordens Have.

Beijerinck har beskrevet seks Arter af Slægten *Photobacterium* og undersøgt de Krav, de stiller til Omgivelserne, dels for at vokse, dels for at lyse, samt deres Afhængighed af ydre Kaar overhovedet. De lader sig meget vel dyrke paa kunstigt Substrat, naar der bydes dem en passende Næring. Alle 6 Arter kræver saaledes som Kvælstofkilde Peptoner, 4 af dem tillige en særlig Kulstofkilde (Kulhydrater,

[1] En nyere Teori, fremsat af Osc. Loew 1899 om, at Tobaksgæringen er en enzymatisk Proces, fremkaldt af iltende Fermenter (Oxydaser og Peroxydaser), der findes i selve Tobaksbladene, er ikke tilstrækkelig eksperimentelt begrundet og bliver yderligere usandsynlig ved; at der i den tørrede Javatobak hverken findes Oxydaser eller Peroxydaser (Raciborski).

Glycerin eller Asparagin), de sidste Stoffer dog kun i forholdsvis ringe Mængde, hvis man vil have Bakterierne til at lyse; ti hvis de tilsættes i større Mængde, indtræder der en syredannende Gæringsproces, som standser Lysudviklingen; men de forskellige Arter forholder sig forøvrigt forskelligt overfor de enkelte Kulhydrater. Alle Arter fordrer tillige Kogsalt eller Klormagnium (3—4 %), men trives og lyser bedst ved en Blanding af alle de Salte, der forekommer i Havvandet. De kan nok leve uden Ilt, men lyse kan de ikke uden Adgang af denne Luftart. Maaske er det en Samvirken mellem Kulstofnæringen og Ilten (Respirationsmaterialet), der bringer Lysudviklingen i Stand. Denne er en saa absolut aërob Proces, at den endogsaa kræver en meget rigelig Adgang af Ilt. I roligt Havvand lyser Bakterierne ikke; først naar Stormen, Aarerne fra en Baad, Kølen paa et Skib eller lignende ryster op i Vandet, saa at det bliver godt gennemluftet, kommer Lysudviklingen i Stand. Dog spiller her foruden Ilten bl. a. ogsaa den rent mekaniske Rystelse en vigtig Rolle (Reinke).

De Arter, der forekommer i vore Farvande, lyser bedst ved Temperaturer omkring 18°—20°, ikke under 5° og ikke over 30°—35°. Men Arter i nordligere Have er tilpassede til ogsaa at lyse ved 0°, medens en vestindisk Art ikke lyser under 10°, har sit Optimum ved 25°—30° og sit Maksimum over 37° (B. Fischer). Flere Timers Frysning ved ÷ 80° havde ikke udslukt Lysevnen hos *Photobacterium phosphorescens* (Suchsland).

Sollyset forstærker ikke Lysevnen som ved de fosforescerende Stoffer (Barytsalte), men svækker dem snarere (Dubois). Derimod lyser Arter, der dyrkes i Mørke, lige saa godt som de, der dyrkes i Lys. — Røntgenstraaler eller Tryk paa 200—230 Atmosfærer var (efter Suchsland) uden Indflydelse, medens elektriske Strømme gennem en Kultur bragte Lysudviklingen til at ophøre ved Polerne paa Grund af Syre- og Alkalidannelsen.

Det Lys, der udsendes af Bakterierne, er undertiden saa kraftigt, at man kan aflæse sit Ur eller endogsaa fotografere Genstande ved det (B. Fischer). Dets Spektrum er kon-

tinuerligt og indeholder navnlig de Straaler, der paavirker den fotografiske Plade (fra grønt ud i violet) (Ludwig).

At Lysudviklingen er en vital Proces, inderlig knyttet til det levende Protoplasmas Virksomhed, fremgaar af flere Forhold. Ikke alene ophører den med Bakteriernes Død, men længe før denne indtræder, standser den ved Indvirkning af alle de Agentier, der virker skadeligt paa Cellen. Var den knyttet til et udskilt, lysende Stof, »Luciferin«, som nogle Forskere har ment, maatte dette kunne isoleres fra selve Bakterierne, men dette er endnu ikke lykkedes. Iltens og bestemte Kulhydraters Nødvendighed for, at Lysvirkningen kommer i Stand, peger, som nævnt, hen paa, at den har sin Aarsag i Iltning af Kulstofforbindelser og maaske er nøje knyttet til den normale Respiration.

5. Stofskifteprodukter.

Blandt Bakteriernes Nedbrydningsprodukter finder vi baade Stoffer, der hidrører fra Dissimilationen inde i Cellen, og andre, der opstaar udenfor Cellen, men dog ved dennes Medvirkning. Til den første Kategori hører de Stoffer, der er at betragte som Sekreter, ɔ: saadanne Stoffer, der ikke senere deltager i Opbygningsprocesser, men oftest som Ekskreter udskilles af Cellerne, saaledes f. Eks. den ved Respirationen dannede Kulsyre, der tidligere er omtalt, foruden en Række andre Stoffer, som vi i det følgende skal behandle. Til den sidste Kategori maa derimod de egentlige Gæringsprodukter regnes, idet de rimeligvis kun indirekte er Resultater af Bakteriernes Stofskifte, men ofte endog den primære Aarsag til Cellens fortsatte Livsvirksomhed, da de opstaar af Stoffer, der ved deres Spaltning frigør Varme (Energi), og saaledes forsyner Cellen med Drivkraft til dens fortsatte Arbejde. Hvorledes Cellen ved Hjælp af Enzymer eller paa anden Maade udløser denne Energi, som Gnisten, der faar Krudtet til at fænge, skal vi ikke her drøfte nærmere. Men det skal straks indrømmes, at vi i overmaade mange Tilfælde ikke er i Stand til at afgøre, om et Stof er et Sekret eller et Gæringsprodukt.

Nu er det heller ikke altid let at skelne mellem egentlige

Sekreter og de Nedbrydningsprodukter, der forbliver inde i Cellen for senere igen at tage Del i nye Synteser. Naar der f. Eks. af Æggehvidemolekulet fraspaltes Kulhydrater eller Fedt paa den ene Side og lavere Kvælstofforbindelser som Amider o. l. paa den anden, hvilket maa betragtes som Dissimilationsprocesser, deltager disse Produkter sikkert ofte igen i Opbygningsprocesser, hvorved der gendannes Æggehvidestof. Og lige saa vanskeligt er det at afgøre, om et Stof er et virkeligt Ekskret eller ej. Der gives Sekreter (f. Eks. flere Enzymer og Toksiner), der forbliver i den levende Celle og kun kan frigøres fra denne ved Knusning (Maceration). Men ved Cellens Død kan paa Grund af de forandrede osmotiske Forhold saadanne eller lignende Stoffer diffundere ud. Og da der i en Bakteriekultur altid findes nogle døde Celler, vil en Filtrering af Bakterierne fra det Substrat, hvori de findes, ikke give sikre Oplysninger om disse Forhold.

Ved en kemisk Analyse af Bakteriekulturer vil man derfor finde Stoffer af højst forskellig fysiologisk Betydning. Vi er i Øjeblikket i Virkeligheden ikke i Stand til sikkert at afgøre, om et Stof hører med til 1) Cellens normale Bestanddele (er et Assimilationsprodukt), 2) om det kun er et foreløbigt (transitorisk) Dissimilationsprodukt, 3) et Sekret, der ikke udskilles af den levende Celle, 4) et Ekskret eller 5) et Gæringspodukt, der aldrig har været inde i Cellen, men er dannet ved Spaltning af Substratet udenfor den. Men undertiden kan et Stof optræde i flere Egenskaber: Kulsyren er saaledes baade et virkeligt Ekskret og et hyppigt Gæringsprodukt.

Tager vi da alle de Stoffer, der direkte eller indirekte dannes ved Bakteriernes Stofskifte, under ét, vil vi foruden en Række endnu ukendte Forbindelser, kunne finde bl. a. følgende Repræsentanter for Hovedgrupper af uorganiske og organiske Stoffer: Af 1) Luftarter: Kulsyre, Methan, Brint, Svovlbrinte, Ammoniak, Fosforbrinte og Kvælstof; 2) af uorganiske Stoffer desuden: Vand, Svovl, Nitrater og Nitriter, Sulfater, Klorider, forskellige Ilter (Jærntveilte) osv. Af organiske Forbindelser følgende: 3) flygtige Stoffer: Alkoholer, fede Syrer (Myre-, Eddike-, Propion-, Smørsyre o. fl.)

samt Trimethylamin; desuden 4) Oxy- og flerbasiske Syrer som Mælke-, Oxal-, Rav-, Æble- og Vinsyre; 5) Amider som Leucin og Asparagin; 6) sammensatte Æterarter: Fedtstoffer, Frugtætere o. l.; 7) Kulhydrater; 8) aromatiske Forbindelser som Fenol, Kresol, Indol, Skatol, Tyrosin, Sulfosyrer (Taurin) m. fl.; 9) Peptoner og Albuminstoffer; og endelig de i kemisk Henseende saa godt som ukendte 10) Farvestoffer, 11) Enzymer og 12) Toksiner. Netop disse sidste ægte Sekreter (og Ekskreter) har særlig Interesse og skal derfor behandles hver for sig. En stor Del af de øvrige vil vi genfinde i den følgende korte Oversigt over de Gæringer, der iværksættes af Bakterier.

A. Farvestoffer.

De Farvestoffer, der dannes af Bakterier, er, som nævnt p. 36—38, ikke alle at betragte som Dissimilationsprodukter. Hos de saakaldte kromofore Bakterier (Beijerinck) (grønne klorofylførende B. og de røde Svovlbakterier) er de endog saa vigtige Bestanddele af Cellen, at de spiller den største Rolle ved Ernæringen (se pag. 94—95).

Hos de kromopare Bakterier (p. 37) er Farvestofferne derimod ægte Sekreter[1], der ikke yderligere oparbejdes til højere Forbindelser, men saa godt som altid udskilles af Cellen, som Ekskreter[2].

En Undtagelse fra dette sidste Forhold haves i en lille Gruppe, de parakromofore B., der aflejrer Farvestoffet i Cellevæggen, uden at det dog synes at spille nogen ernæringsfysiologisk Rolle. Maaske tjener det til Beskyttelse mod Lyset. Hertil hører *Pseudomonas violacea* og *Ps. janthina*, begge med violet Farvestof, og paa en Maade nogle af de

[1] Der er dog ogsaa en Mulighed for, at nogle af dem dannes udenfor Cellen, af Næringssubstratets Bestanddele, og altsaa er, hvad vi her kalder Gæringsprodukter. Jfr. det følgende om ydre Faktorers Indflydelse paa Farvestofdannelsen.

[2] Hvis Ewarts Angivelse (se Noten p. 161) om, at kromopare Bakteriers Farvestoffer ligesom Hæmoglobinet er i Stand til at opmagasinere Ilt ved en løsere Binding, er rigtig, vilde de kunne spille en Rolle ved Bakteriernes Respiration og altsaa ikke være unyttige Ekskreter.

fluorescerende Bakterier, som *Pseudomonas erythrospora*, hvis Sporevægge er farvede røde, medens selve Bakterierne udskiller et fluorescerende Farvestof og for saa vidt ogsaa hører til de kromopare B.

Antallet af kendte Pigmentbakterier er nu stort (over 100 Arter), og af dem hører den langt overvejende Del til de kromopare. Lige saa lidt som de foregaaende Grupper er denne nogen systematisk Enhed. Den omfatter ligesom Fotobakterierne Slægter, der i morfologisk Henseende er højst forskellige, og er derfor som hine kun en »fysiologisk« Gruppe. Der findes iblandt disse Bakterier baade Kokker, Stave og Spiriller, bevægelige og ubevægelige Former, og deres øvrige fysiologiske Egenskaber varierer lige saa meget, idet de rummer saavel almindelige Saprofyter som specifike Gæringsorganismer eller fakultative Parasiter. Dog synes de fleste af dem, der danner fluorescerende Farvestof, at høre til Slægten *Pseudomonas*.

De danner Stoffer af alle Regnbuens Farver, nogle endogsaa flere forskellige (*Pseudomonas pyocyanea* og *syncyanea*, *Bact. erythrogenes*).

Efter Farverne skal her nævnes nogle af de vigtigste. Røde: *Bacillus prodigiosus*, *Kiliensis* og *ruber*, hvis Farvestoffer vistnok er nærbeslægtede; *Planosarcina agilis*, *Bact. rubrum*, *Erythromyxa* og *erythrogenes* (den sidste danner ogsaa et gult Farvestof); *Bac. indicus*, *Spirillum rubrum*, *Sarcina rosacea* og *rubra* o. fl. Orange og gule: *Micrococcus aureus*, *aurantiacus*, *citreus*, *flavus* og *sulfureus*, *Planococcus ochroleucus*, *Sarcina aurantiaca*, *ventriculi*, *lutea* og *flava*, *Bac. Chrysogloia* m. fl. Grønne: Denne Farve faar i Almindelighed Substratet i Kulturerne af de fluorescerende Bakterier (se nedenfor), hvortil f. Eks. hører *Pseudomonas pyocyanea*, *syncyanea*, *fluorescens*, *putrida*, *erythrospora* (se ovenf.), *macroselmis*, *Iris*, *virescens* og *smaragdina*. Blaa: *Pseudomonas pyocyanea*, *syncyanea* og *berolinensis*, *Bac. indigogenus*, *Bact. coeruleum* o. fl. Violette: *Micrococcus violaceus*, *Bact. amethystinum* samt de tidligere nævnte parakromofore B. (*Pseudomonas violacea* og *janthina*). Dertil kommer saa nogle Overgangsfarver som brune eller nærmest sorte: (*Microspira nigricans* og *Bacillus nigricans*), smudsig-gule osv..

Farvestofferne findes undertiden som amorfe Korn eller som Krystaller aflejrede mellem Cellerne, undertiden absor-

beres de af Substratet, der kan farves af dem i lang Afstand fra selve Bakterierne. Om deres Plads i det kemiske System vides forøvrigt kun grumme lidt. Vi maa derfor i Øjeblikket nøjes med at gruppere dem efter deres Overensstemmelser i visse fysiske og kemiske Egenskaber.

Hvad Opløseligheden angaar, er de røde og gule Farvestoffer gennemgaaende uopløselige i Vand, men opløselige i Alkohol, Æter, Svovlkulstof, Benzol og Kloroform. En Undtagelse herfra er det af *Bact. erythrogenes* dannede røde Farvestof, der gennemtrænger Substratet, medens samme Bakteries gule Farvestof er uopløseligt. De af de fluorescerende Bakterier dannede Stoffer, der alle synes at være identiske (Thumm), »Bacteriofluoresceïn« (Lehmann), er derimod opløselige i Vand og fortyndet Alkohol, men uopløselige i stærk Alkohol, Æter og Svovlkulstof. Af de blaa Farvestoffer er Pyocyaninet opl. i Kloroform, medens det af *Pseud. berolinensis* dannede er uopløseligt i alle sædvanlige Opløsningsmidler, men kan udtrækkes med Saltsyre. De violette er opløselige i Alkohol, men uopløselige i Vand, Kloroform og Svovlkulstof.

De fleste røde og gule Farvestoffer giver med koncentreret Svovlsyre en karakteristisk Reaktion, nemlig blaa-grønne Korn eller Krystaller, og har tillige karakteristiske Spektra. De synes at være nær beslægtede med de i Dyre- og Planteriget meget udbredte Fedtfarvestoffer, Lipokromer. Dog udgør de af *Bacillus prodigiosus, ruber* og *Kiliensis* dannede Stoffer en Gruppe for sig, der i Reaktioner minder om visse Anilinfarvestoffer (Fuchsin) og ikke giver den blaa-grønne Farve med Svovlsyre. Bacteriofluoresceïnet er i tør Tilstand amorft, citrongult, i koncentrerede vandige Opløsninger orangegult, i fortyndede gult og Fluorescensen af disse Opløsninger blaa. Sure Opløsninger fluorescerer ikke, men ved Tilsætning af Alkali i Overskud kommer Fluorescensen frem med en mørkegrøn eller mosgrøn Farve. I Kulturer af fluorescerende Bakterier ses i Reglen først en blaa Farve (den neutrale Reaktion), der senere, under Dannelsen af Ammoniak, som er et for dem karakteristisk Stofskifteprodukt, gaar over i grønt.

Hos nogle Bakterier er Farvestofdannelsen saa inderlig knyttet til deres øvrige Livsytringer, at den finder Sted under alle de Kaar, der muliggør Vækst og Formering. I andre Tilfælde foregaar den kun, naar ganske bestemte Krav til Omgivelserne er opfyldte, ja, er endog en Evne, der midler-

tidig eller for bestandig kan tabes ved ugunstige ydre Forhold.

En meget iøjnefaldende Indflydelse paa Farvestofproduktionen øver Næringssubstratets Sammensætning og Reaktion. Det blev først konstateret af Gessard (1890), at Fosforsyre er nødvendig for de fluorescerende Arter, hvilket senere er bekræftet af Thumm og Jordan, der tillige har paavist Nødvendigheden af Magnium- og Kalium- (Thumm) samt af Svovlforbindelser (Jordan). Meget interessant er det, at disse Bakterier kan trives og danne Farvestof uden Klorkalcium, naar Magniumsulfat er tilstede, men at de omvendt, naar det sidste mangler, og det første findes, vel kan vokse kraftigt, men intet Farvestof danne. Hos de Bakterier, der er i Stand til at danne flere Farvestoffer, er Næringens Art ofte bestemmende for, hvilke de danner. *Pseudomonas syncyanea* (den »blaa Mælks« Bakterie) danner i citronsurt Ammoniak f. Eks. kun et staalblaat Farvestof, i en alkalisk Asparaginopløsning kun Bakteriofluoresceïn, men i vin- og mælkesur Ammoniak begge Farvestoffer; manglede Klorkalcium i Næringsopløsningen, dannede den det staalblaa i langt den overvejende Mængde (Thumm). De violette og de røde Bakterier danner bedst deres Farvestoffer, naar der staar rigeligt af Kulhydrater, særlig Stivelse, til deres Raadighed. Derfor faar man særlig kraftige Farveracer ved fortsat Dyrkning paa kogte Kartofler, Ris el. lign. (Migula).

Neutral eller svagt sur Reaktion er ofte gunstig for Farvestofdannelsen, medens stærk alkalisk og stærk sur Reaktion er skadelig. Skadelige er ligeledes høje Koncentrationer og Bakteriernes egne Stofskifteprodukter.

En rigelig Ilttilførsel er i de fleste Tilfælde nødvendig. Mange Farvestoffer udskilles af Cellen som farveløse og antager først ved Iltens Paavirkning Farven[1]. I Stikkulturer viser Bakterierne sig derfor i Reglen kun farvede oppe ved Overfladen; naar Farven breder sig videre, er det ved, at Substratet absorberer Farvestoffet. Hos nogle enkelte Arter er Forholdet dog omvendt. *Spirillum rubrum* vokser f. Eks.

[1] Muligvis spiller iltende Enzymer (Oxydaser) her en Rolle. Se det følgende.

godt ved Iltadgang, men danner kun sit røde Farvestof i iltfrit Medium; ligesaa *Diplococcus pyogenes* Pasquale. Ogsaa en obligat anaërob Art, *Bacillus rubellus* Ogata danner et Farvestof, der er vinrødt.

Hvad Temperaturen angaar, kan man i Almindelighed sige, at der dannes baade de smukkeste og rigeligst af Farvestoffer ved lave Temperaturer. Maksimumstemperaturen for Farvestofdannelsen ligger ofte lavere end den for Vækst og Formering. En Række Bakterier som *Bac. prodigiosus, ruber, Kiliensis*, nogle *violette* og *blaa B.*, der vokser yppigt ved Blodtemperaturen (37°), kan ved denne Temp. helt eller delvis miste deres Evne til at danne Farvestoffer, hvilket man har benyttet til at danne farveløse Racer, f. Eks. af *Bac. prodigiosus* (Schottelius). De lipokromdannende Arter er mere modstandsdygtige mod høje Temperaturer.

Man kender blandt de kromopare Bakterier kun et enkelt Eksempel paa, at Lys er nødvendig for Farvestofdannelsen, nemlig *Planococcus ochroleucus* Prove. For de fluorescerende Arter er spredt Dagslys derimod skadeligt (Jordan), og ligesom Lyset jo gennemgaaende er skadeligt for Bakterierne overhovedet (se p. 134—38), saaledes naturligvis ogsaa for Farvestofdannelsen, om ikke just for denne Funktion frem for andre. Men da Lyset efterhaanden destruerer de i det hele let forgængelige Farvestoffer, faar man dem smukkest ved Kulturer i Mørke.

Forhold, der virker skadeligt paa Bakterier i Almindelighed, svækker naturligvis ogsaa Evnen til at danne Farvestoffer, saaledes elektriske Strømme, Antiseptika m. m.

Om Dannelsen af farveløse Racer af farvede eller omvendt, se senere under »Fysiologiske Variationer«.

B. Enzymer og Gæringsprodukter.

Til Bakteriernes allervigtigste og interessanteste Stofskifteprodukter hører Enzymerne eller Fermenterne[1]. Da

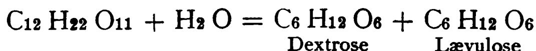
[1] Ordet »Ferment« er paa en noget uheldig Maade bleven benyttet baade om Gæringsorganismerne og de af disse (eller af andre Celler) dannede Enzymer, idet man saa skelnede mellem henholdsvis »formede« eller »or-

de som oftest udskilles af den levende Celle, er de ægte Ekskreter, men da de dog spiller den allerstørste Rolle for Cellens Ernæring og Energiforsyning — muligvis ogsaa for andre Funktioner —, kan de ikke sammenlignes med de Stofskifteprodukter, Cellen skiller sig af med, fordi den ikke længere har Brug for dem. De maa snarere betragtes som et Værktøj, hvormed Cellerne bearbejder deres Omgivelser for at drage den størst mulige Nytte af disse.

Enzymerne har bl. a. følgende vigtige Opgaver: 1) at omdanne Næringssubstratet saaledes, at det bliver anvendeligt som Næringsstof; 2) ved Iltninger og exothermiske Spaltninger at frigøre Varme (Energi), der under givne Forhold kan blive en Livsbetingelse for Bakterierne; eller 3) at udøve begge disse Funktioner samtidigt. Meget tyder desuden paa, at Enzymerne er medvirkende ved Reduktioner og Synteser, ja, at de samme Enzymer, der fremkalder de exothermiske Nedbrydningsprocesser, under visse Forhold kan udføre de stik modsatte Processer og ved Binding af Varme genopbygge de nedbrudte Molekuler (se nedenfor[1]).

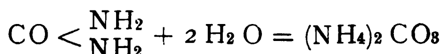
Som Eksempler paa Enzymer og de af dem fremkaldte kemiske Omsætninger skal vi foreløbig anføre følgende:

Invertase (eller Invertin), et Enzym, der forekommer hos Gærsvampe og mange Bakterier, spalter et Molekule Rørsukker under Vandoptagelse (Hydrolyse) til to Molekuler Druesukker (1 Mol. Dextrose og 1 Mol. Lævulose) efter Formlen:



$$C_{12}H_{22}O_{11} + H_2O = \underset{\text{Dextrose}}{C_6H_{12}O_6} + \underset{\text{Lævulose}}{C_6H_{12}O_6}$$

Urase findes hos flere Bakterier, er isoleret fra disse og fremkalder den saakaldte alkaliske Uringæring ved — ligeledes under Vandoptagelse — at omdanne Urinstof til kulsur Ammoniak:



$$CO<\begin{matrix}NH_2\\NH_2\end{matrix} + 2\,H_2O = (NH_4)_2CO_3$$

ganiserede« og »kemiske« eller »opløselige« Fermenter. Ved »Fermenter« bør vi nu dog alene forstaa den sidste Kategori (se senere), men naar vi her benytter Betegnelsen »Enzymer«, er ingen Misforstaaelse mulig.

[1] Det skal dog bemærkes, at Reduktioner ogsaa kan være exothermiske som Svovlbrintedannelsen af Svovlblomster, der ofte fremkaldes af Bakterier.

Æggehvidestofferne og deres nærmest beslægtede paavirkes i større eller mindre Grad af en Række Enzymer, der som *Løbe* enten udfælder dem af Opløsninger (Kaseïnets Udfældning ved Mælks Koagulering), som *Pepsin* gør dem opløselige og diffusible, danner Peptoner og l. eller som *Trypsin* endog spalter dem dybere til Amidosyrer, Leucin og Tyrosin, ja, endog til Ammoniak. Disse Enzymer kaldes med et fælles Navn for *proteolytiske*. Da vi jo imidlertid ikke kender Æggehvidestoffernes Konstitution, kan disse forskelligartede Processer ikke udtrykkes ved kemiske Formler.

Men andre dybtgaaende Spaltningsprocesser lader sig bedre anskueliggøre, saaledes den Proces, der foregaar ved Indvirkning af det af Gærceller for nylig isolerede Enzym, *Zymase*, paa Druesukker, som herved spaltes i Alkohol og Kulsyre:

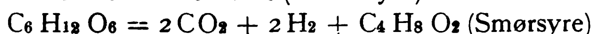


$$C_6H_{12}O_6 = 2\,C_2H_5OH + 2\,CO_2$$

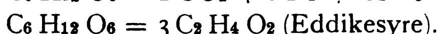
Muligvis skyldes det ogsaa Enzymer, naar Bakterier spalter Sukkermolekulet paa andre Maader, som:



$C_6H_{12}O_6 = 2\,C_3H_6O_3$ (Mælkesyre)



$C_6H_{12}O_6 = 2\,CO_2 + 2\,H_2 + C_4H_8O_2$ (Smørsyre)



$C_6H_{12}O_6 = 3\,C_2H_4O_2$ (Eddikesyre).

Andre Enzymer spalter Fedtstoffer i Glycerin og frie Fedtsyrer (*Lipaser*) eller Glykosider i Druesukker og forskellige aromatiske Forbindelser (*Emulsin*, *Myrosin* o. a.)

I de senere Aar er tillige en Række *iltende* Enzymer, *Oxydaser*, blevne isolerede, og for nylig (Dec. 1899) er der af Hestenyrer udtrukket et *Enzym*, der reducerer Nitrater til Nitriter (*Abélous* & *Gérard*). Og da vi ofte ser iøjnefaldende Iltninger (Eddikesyredannelse af Alkohol, Nitrifikation m. m.) og Reduktioner (Denitrifikation, Sulfatreduktion, Svovlbrintedannelse af Æggehvidestoffer osv.), fremkaldte af Bakterier, er det rimeligt, at flere af disse Processer ogsaa skyldes Enzymer, som de paagældende Bakterier danner.

En Del af de Forandringer, som Stofferne undergaar ved Enzymers Indvirkning, er maaske af rent fysisk Art, naar saaledes — tilsyneladende i hvert Fald — blot Stoffets Konsistens

eller dets Opløselighed forandres. Dette gælder f. Eks. maaske Stivelsens Omdannnelse ved Diastase i de første Faser og nogle af Æggehvidestoffernes føromtalte Forandringer ved peptiske Enzymers Indvirkning. Muligvis er nogle Koagulationsfænomener af lignende, fysisk, Karakter.

I den Oversigt, vi nedenfor skal give over de vigtigste Bakterieenzymer, spiller disse Forhold en vigtig Rolle, da vi foreløbig intet andet Inddelingsprincip har for dem end deres Reaktioner paa de Substrater, de paavirker.

Hvad Enzymerne er i kemisk Forstand, ved vi nemlig i Øjeblikket slet ikke. Ingen af dem er hidtil blevne fremstillede i ren Tilstand, og deres Sammensætning har derfor ikke kunnet bestemmes. Nogle Forskere (de Jager, Arthus, Sebelien) har endog fremsat den Hypotese, at de slet ikke er Stoffer, men som Varme, Lys, Elektricitet osv. kun Egenskaber ved Stoffer *(imponderabilia)*, særegne Energiformer. Men hvad de nu end er, er det dog for Tanken ganske umuligt at forestille sig disse saavel som andre Naturkræfter undtagen som knyttede til bestemte Stoffer. Ligesom det kun er nogle faa Metaller, der kan blive magnetiske, saaledes er det ogsaa kun nogle bestemte Stoffer, der kan blive enzymatiske, og vi vil derfor foreløbig gaa ud fra, at vi i Enzymerne har med Stoffer at gøre.

Medens man kan fremkalde de samme eller lignende Reaktioner som dem, der er karakteristiske for Enzymerne, ved fortyndede Syrer og Alkalier, spændte Vanddampe, høj Varme, Lys og elektriske Strømme, skylder alle egentlige Enzymer i den Forstand, hvori vi her tager dem, en levende Celle deres Oprindelse, og det er ikke lykkedes kunstigt at tilføre noget Stof enzymatiske Egenskaber. Derfor viser de, selv naar de virker udenfor den levende Celle, stor Overensstemmelse med denne i deres Afhængighed af ydre Faktorer. Undertiden udskilles de af den levende Celle selv, eller man kan udtrække dem ganske simpelt med Vand eller Glycerin, i andre Tilfælde gaar de først igennem Cellemembranen, naar Cellen er dræbt, og i atter andre Tilfælde maa en Sønderdeling af Cellevæggen til for at frigøre dem. Muligvis er de undertiden saa følsomme overfor ydre Paavirkninger, at de slet ikke lader sig isolere fra det levende Protoplasma.

Hvis det lykkes at faa dem i Opløsning, lader de sig i Reglen udfælde med stærk Alkohol, taaler da Tørring og i tør Tilstand ofte Temperaturer paa over 100°. Frisk tør Invertase skal endogsaa kunne taale at opvarmes til 160° (Salkowski), Trypsin indtil 170° (A. Schmidt). I tør Tilstand kan de tillige bevare

deres karakteristiske Egenskaber (deres Fermentevne) i lang Tid, undertiden i Aarevis.

Ved de Analyser, der er gjorte af de »reneste« Enzymer, har man altid fundet Kulstof, Ilt, Brint og Kvælstof, det sidste rigtignok i meget vekslende Mængder (fra 5—17 %). Man kan da roligt gaa ud fra, at der ved Alkoholfældninger tillige udfældes en hel Del Urenheder, og en fortsat »Rensning« har altid en Svækkelse af Fermentevnen til Følge.

Særlig karakteristisk for Enzymvirkningerne i Modsætning til lignende Processer fremkaldte af Syrer, spændte Vanddampe, Lys o. l. er, at hvert enkelt Enzym kun paavirker et ganske bestemt eller nogle faa nær beslægtede Stoffer, medens f. Eks. alle Syrer hydrolyserer et hvilket som helst Stof, der overhovedet lader sig hydrolysere. Enzymerne er saaledes stærkt individualiserede.

Som de fleste andre Stoffer virker de kun i opløst Tilstand, medens de ofte kan angribe andre uopløste Stoffer og bringe dem i Opløsning (Pepsin). Men deres Virkninger er i højeste Grad afhængige af ydre Faktorers Indflydelse; de er i den Henseende overordentlig følsomme. Nogle virker saaledes slet ikke i ren vandig (neutral) Opløsning, men fordrer Tilstedeværelsen af en Syre eller et Alkali, omend i yderst ringe Mængde. De fleste fordrer Syrers Tilstedeværelse, og de uorganiske Syrer har i Reglen stærkest Indflydelse. Fra neutral Reaktion stiger Virkningen, indtil der er naaet en vis Syre- resp. Alkaliprocent (nogle faa Promille), men naar Optimum her er naaet, aftager Enzymvirkningen meget brat, og stærkere Koncentrationer destruerer meget hurtigt Enzymet, saa at det ved Neutralisation forbliver uvirksomt. Forskellige Metalsalte og Antiseptika har en lignende Virkning, der ofte minder om disse Stoffers Indflydelse paa Mikroorganismernes Livsfunktioner (se pag. 143 ff). Skønt Enzymerne overfor Antiseptika forholder sig indbyrdes højst forskellige, er de dog i Reglen mere modstandsdygtige i saa Henseende end de levende Celler, hvorfor man i Tilsætning af saadanne Stoffer ofte har et Middel til at adskille Enzymvirkning fra anden Protoplasmavirksomhed.

Af de fysiske Faktorer er Temperaturen den, der har den mest iøjnefaldende Indflydelse. Naar Syrer og Alkalier virker hydrolyserende, stiger Virkningen ubegrænset med Temperaturen (Tilstedeværelsen af Metalsalte og Antiseptika er her i Reglen ogsaa uden Indflydelse), men for Enzymernes Vedkommende virker Temperaturstigning fra nogle Grader over 0° (Minimum) kun fremmende, indtil et vist Punkt, Optimum, er naaet. Ud over dette aftager Enzymvirkningerne brat, og der naas hurtigt en Temperatur, hvorved Enzymet destrueres. Optimum ligger

som oftest mellem 40° og 60° og kan endogsaa ligge højere (for Diastase under visse Forhold ved 63°); Maksimum ligger altid under 100°, sjældent over 70°. Paa den anden Side taaler flere Enzymer at afkøles langt under 0° uden at blive uvirksomme ved ny Opvarmning. — Sollys destruerer hurtigt Enzymerne i vandig Opløsning, medens flere i tør Tilstand ikke paavirkes deraf. — Da de saa godt som ikke leder den elektriske Strøm, er denne praktisk talt uden direkte Indflydelse paa dem.

Nogle Enzymer ophæver gensidig hinandens Virkning; f. Eks. destruerer peptoniserende Enzymer flere andre (Zymase).

For nogle Enzymers Vedkommende er det rent minimale Mængder, der skal til for at fremkalde meget iøjnefaldende Virkninger. Løbeenzymet kan saaledes i Løbet af nogle Minutter faa flere Hundrede Tusinder Gange sin egen Vægt af Kaseïn til at koagulere, og for flere andre gælder noget lignende. Dog er det ikke ligegyldigt, hvor meget Enzym der tilsættes. Indtil en vis Grænse stiger Virkningen med Enzymmængden, men den samme Mængde Enzym kan saa ogsaa blive ved at virke i lang Tid og stadig omdanne nye Mængder af et tilsat Stof, navnlig naar de dannede Produkter fjærnes. Disse virker nemlig i Længden skadeligt paa Enzymet, og ofte standser dette sin Virksomhed, naar en vis Procentmængde af et Stof er omdannet. For et enkelt Enzyms Vedkommende (Maltase, der spalter Maltose i to Molekuler Dextrose) angives det (af Hill 1898), at Spaltningen standser, naar et Ligevægtspunkt er naaet, og at det samme Enzym udover dette Punkt kan udføre den stik modsatte Proces: nemlig omdanne Dextrose til Maltose (en Syntese).

Skønt der i Enzymernes Virkemaade er meget, der minder om Gnistens Indflydelse paa Krudtet, tager de fleste Enzymprocesser dog en ganske kendelig Tid og kan undertiden vedvare i Dagevis.

De nævnte Forhold ved Enzymreaktionerne tyder paa, at Enzymerne ikke indgaar varige Forbindelser med de Stoffer, de paavirker.

Ofte udskilles Enzymerne i inaktiv Form som saakaldte Proenzymer eller Zymogener, der først ved Tilsætning af Syrer eller lignende »zymoplastiske« Agentier bliver aktive.

Paa Grund af Enzymernes specifike Karakter (ɔ: at de hver for sig kun paavirker et enkelt eller nogle faa nær beslægtede Stoffer) findes der mange forskellige af dem, og de er navnlig rigt repræsenterede hos Bakterierne. En enkelt Bakterieart kan danne flere Enzymer, og hvilke og

hvor meget af dem, den danner, er ofte afhængigt af de ydre Forhold. Vi ved forresten ikke meget om Betingelserne for Enzymdannelse, men da denne er en Funktion hos Cellen blandt mange andre, forstyrres den i Almindelighed af alle de Forhold, der er skadelige for Livsytringerne i det hele taget (høje Temperaturer, Antiseptika osv.).

Enzymerne synes fortrinsvis at blive dannede, naar der er Brug for dem, f. Eks. naar Bakterierne træffer et eller andet Næringssubstrat, som de ikke direkte kan assimilere, eller naar de unddrages den frie Ilt. En meget stor Mængde Bakterier fører proteolytiske, mest tryptiske[1], Enzymer, hvilket let giver sig til Kende ved, at de »smelter« Gelatine. Dette Forhold er blevet anvendt til systematisk Adskillelse mellem Arter, men nu viser det sig, at Evnen til at smelte Gelatine ofte mistes, naar der er tilsat en vis Sukkermængde, saaledes hos *Bacillus (Proteus) vulgaris* (Kuhn). Kun faa Bakterier danner proteolytiske Enzymer, naar de dyrkes paa æggehvidefrit, glycerinholdigt Substrat eller i en Atmosfære af Brint eller Kvælstof, skønt disse Luftarter i og for sig ingen Indflydelse har paa Enzymvirkningen (Fermi). Dyrkes visse Mælkesyrebakterier i længere Tid paa ikke-sukkerholdig Gelatine, mister de ofte Evnen til at faa Mælk til at koagulere og danne Mælkesyre af Mælkesukker (en Evne, som de dog i Reglen senere kan genvinde), og *Bacillus coli,* der ellers udmærker sig ved at forgære de forskellige Sukkerarter, kan ligeledes miste denne Evne ved i nogen Tid at dyrkes paa en Asparagin-Saltopløsning, skønt den vokser udmærket herpaa (C. O. Jensen). Naar Bakterier paa den anden Side ogsaa efterhaanden kan vænnes til et vist Substrat, som de oprindelig kun daarligt trives paa, beror det sikkert ogsaa paa, at de faar Evnen til at danne et Enzym, der kan gøre Substratet anvendeligt som Næringsstof eller vel endogsaa bringe det i Gæring.

Bakteriernes Variationer med Hensyn til Gæringsevne er da sandsynligvis at føre tilbage til deres forskellige Evne til at danne bestemte Enzymer, et overmaade interessant Forhold, som vi senere kortelig skal vende tilbage til. —

[1] ɔ: saadanne, der virker bedst i svagt alkaliske Opløsninger.

Som allerede tidligere berørt er Bakterierne ikke ene om at kunne danne Enzymer. Saavel andre Mikroorganismer (navnlig Gær- og Skimmelsvampe) som højere Svampe og vel alle Planter og Dyr overhovedet betjener sig i udstrakt Grad af disse, og man kan ofte let paavise dem ved at udtrække dem med Vand eller Glycerin og faa dem til at virke udenfor den levende Celle. Alle spirende Frø er rige paa Enzymer, og særlig bekendt i saa Henseende er den dyriske Fordøjelseskanal (Spyttet, Mavesaften og Pankreassekretet), i hvilken de spiller en uhyre vigtig Rolle ved at omdanne Fødemidlerne saaledes, at de som virkelige Næringsstoffer kan optages i Blodet gennem Mavens og Tarmenes Vægge. Dette vilde ikke vedkomme denne Fremstilling, hvis vi ikke her traf Processer, der er ganske analoge med dem hos Mikroorganismerne, som man har været tilbøjelig til at anse som nogle for disse særlig karakteristiske, nemlig de saakaldte Gæringer.

Begrebet **Gæring** er bleven defineret paa mange forskellige Maader, snart omfattende alle mikrobielle Stofomsætninger af mere gennemgribende Natur, snart kun saadanne, ved hvilke der finder en Luftudvikling Sted, snart alene Kulhydraternes Sønderdeling, medens Æggehvidestoffernes »Forraadnelse« betragtedes som noget for sig. I Reglen har man dog ved Gæring kun forstaaet kemiske Omsætninger, der var uadskilleligt forbundne med Mikrobers Livsprocesser og særlig karakteristiske ved store og iøjnefaldende Virkninger af forholdsvis smaa Aarsager. Man gjorde da tidligere en Adskillelse mellem disse »ægte« Gæringer og Enzymvirkninger, som man undertiden betegnede ved »uægte« Gæringer, idet disse skulde være Spaltninger af mindre dybtgaaende Art og kunne foregaa udenfor den levende Celle.

Men denne Adskillelse mellem ægte og uægte Gæringer lader sig efter de sidste Aars Forskningsresultater paa dette Omraade ikke længere opretholde. Et af de vigtigste Argumenter imod den er Ed. Buchners Opdagelse (i 1896—97) af, at man af Gærceller efter Knusning ved flere Hundrede Atmosfærers Tryk kan udtrække en Saft, Pressesaft, der uden Medvirkning af den levende Celle er i Stand til med

omtrent samme Intensitet som denne at forgære forskellige Sukkerarter til Alkohol og Kulsyre. Buchner forklarer dette ved, at Pressesaften maa indeholde et Enzym, som han har kaldt Zymase, der har Evne til at spalte Sukkermolekulet paa den anførte Maade. Senere er det lykkedes ham at inddampe Saften og tørre Inddampningsresten, uden at den mistede denne Evne. Paa Carlsberg Laboratorium i København er det tillige lykkedes at fremkalde den hæftigste Alkoholgæring i stærke Rørsukkeropløsninger (paa indtil 50 %) ved Hjælp af Gærceller, der efter Udvaskning og Lufttørring samt flere Dages Tørring i Vakuum ved 38° eller over Svovlsyre ved alm. Temp. blev holdte ved 100° i 6 Timer. Herved var Cellerne uvægerligt dræbte, d. v. s. havde for bestandig mistet Evnen til at ernære og formere sig, men ikke desto mindre bevarede de deres Gæringsevne næsten usvækket i omtrent 2 Aar. Senest (1900) er det lykkedes Buchner & Albert af Pressesaften ved Hjælp af Alkohol og Æter at udfælde et Stof, der efter Tørring og Genopløsning i Vand endnu er i Stand til at forgære Sukker. — Hermed er det altsaa bevist, at en af de mest typiske og dybest gaaende Spaltningsgæringer kan foregaa uden den levende Celles direkte Medvirkning. Der er da Grund til at tro, at det kan forholde sig paa samme Maade med andre af de »ægte« Gæringer som Mælke- og Smørsyregæringen o fl., der fremkaldes af Bakterier. Allerede 1878 lykkedes det forresten Musculus at fremkalde den alkaliske Uringæring ved Hjælp af et Enzym, som han fandt udskilt i Urinen under en Blæresygdom og kaldte Urase. Senere er det lykkedes andre at isolere dette fra urinstofforgærende Bakterier (Miquel).

Dertil kommer, at den Alkohol- og Kulsyredannelse, der foregaar i højere Planters Væv, naar de udelukkes fra fri Ilt (ved den intramolekulære Respiration)[1], i saa mange Henseender minder om Gæringsprocesser (Bérard, Pasteur, Lechartier & Bellamy m. fl.), og at vi i hvert Fald ikke godt kan finde andet Navn for, hvad der sker, naar Ærter, der nedlægges i en Rørsukkeropløsning, ikke blot inverterer denne (ɔ: omdanner den til Druesukker), men ogsaa forgærer

[1] Se *Warming og Johannsen: Den alm. Botanik.*

den videre til Alkohol og Kulsyre (Godlewski & Polzeniusz). Ja, det er endog lykkedes (Effront) af Kirsebær at udtrække en Saft, der tilsat 15 % Rørsukker og 1 % Chloroform, baade inverterer Sukkeret og omdanner store Mængder af det til Alkohol og Kulsyre. Det er da utvivlsomt, at vi ogsaa hos højere Planter finder Zymasen udbredt.

Og endelig skal der gøres opmærksom paa, at vi i Opdagelsen af de iltende Enzymer, Oxydaserne (Hikorokuro Yoshida, Bertrand), der er meget udbredte i Planteriget, har fundet Analogier til de Iltningsprocesser, der fremkaldes af Bakterier (Nitrifikations- og Eddikesyrebakterier), ligesom de dybtgaaende Sønderdelinger af Æggehvidestoffer (til Leucin, Tyrosin og Ammoniak), der kan fremkaldes af Pankreassaften ved proteolytiske Enzymer, ikke staar tilbage for de »ægte« Gæringer, der iværksættes af Forraadnelsesbakterier.

Efter dette bliver det noget vanskeligt at give en Definition paa Gæring. I Almindelighed maa vi vel herved forstaa Nedbrydningsprocesser, der iværksættes ved Hjælp af Enzymer. Men den Mulighed er dog ikke udelukket, at nogle af de Gæringer, hvis Enzym vi ikke har isoleret, kan iværksættes ved andre Midler.

Skønt det ikke er Meningen i denne Fremstilling at gaa i Detailler for de forskellige Gæringers Vedkommende[1], vil vi dog for at give et Begreb om en Gærings kemiske og fysiologiske Karakter behandle en enkelt noget udførligere og da vælge en af dem, vi hyppigst træffer paa i det daglige Liv, nemlig

Mælkesyregæringen. Denne Gæring kan fremkaldes af en stor Mængde Bakterier, foruden af de saakaldte Mælkesyrebakterier, hvortil hører f. Eks. *Bacillus acidi lactici* Hueppe, *Bacterium* og *Streptococcus acidi lactici* Grotenfelt, *Micrococcus acidi lactici* Marpmann, *Micrococcus lactis I og II* Hueppe og flere af Weigmann, v. Freudenreich, Leichmann, Schardinger, Storch m. fl. beskrevne Former,

[1] Herom henvises der, foruden til de pag. 87 nævnte Haandbøger, til *Jean Effront: Les enzymes et leurs applications*, Bruxelles 1899, eller *Carl Oppenheimer: Die Fermente und ihre Wirkungen*, Leipzig 1900.

bl. a. af flere patogene Arter som *Coli*, *Tyfus* og *Kolera*. Dette er da ogsaa Grunden til, at Mælkesyregæringen er saa almindelig. Ikke blot optræder den jo spontant i Mælk, men Opløsninger af Sukkerarter, Planteinfuser, Ølurt o. l., der henstaar udsatte for Luftens Paavirkning, gaar let i Mælkesyregæring. Desuden dannes der ofte Mælkesyre ved det dyriske Stofskifte, saaledes ved Muskelvirksomheden, hvorfor den undertiden kan paavises i Urinen. I saadanne Tilfælde er der en stor Sandsynlighed for, at den skylder et Enzym sin Oprindelse.

Talrige Stoffer kan gaa i Mælkesyregæring, saaledes først og fremmest de fleste simple Hexoser som Glykose, Fruktose og Galaktose, endvidere Saccharose og Laktose, der da i Forvejen maa hydrolyseres, men ogsaa Pentoser som Arabinose og Rhamnose eller fleratomige Alkoholer som Mannit, Dulcit og Glycerin. Muligvis kan Mælkesyre ogsaa dannes ved Æggehvidestoffernes Nedbrydning.

Vi kender ikke nøje de kemiske Omsætninger, der foregaar under Gæringen, men hvor det drejer sig om Hexosemolekulet, kunde man tænke sig det spaltet simpelt hen i 2 Mol. Mælkesyre, idet



$$C_6 H_{12} O_6 = 2C_3 H_6 O_3.$$

At Processen imidlertid som oftest ikke er saa simpel, fremgaar dels af, at jo andre Stoffer end Hexoser kan gaa i Mælkesyregæring, dels deraf, at man aldrig kan faa hele Sukkermængden omdannet til Mælkesyre, og at der ved Siden af denne dannes en Række *Biprodukter* (Kulsyre, Alkohol, Myresyre, Eddikesyre m. m.), undertiden endog i større Mængder end selve Hovedproduktet (Eddikesyre).

Af de eksisterende Modifikationer af Mælkesyren er det som oftest den optisk inaktive *Form* (α-Oxypropionsyren, Aethyliden- eller *Gæringsmælkesyren* $CH_3 — CH\,OH — COOH$) der dannes. Men tillige med denne kan der ogsaa dannes en eller begge af de to optisk aktive, stereoisomere Komponenter, *Højre-*, *Para-* eller *Kødmælkesyren* og *Venstremælkesyren*. Undertiden dannes ogsaa kun den ene af disse, og da hyppigst den højredrejende, og intet af den inaktive Form. De enkelte Bakterier danner under

ens ydre Forhold altid samme Modifikation, men Forandringer i Substratet eller Temperaturen kan undertiden faa dem til at danne den modsatte. F. Eks. kan Former, der under sædvanlige Kulturbetingelser danner Højresyren, naar de dyrkes ved 50°, danne Venstresyren (Leichmann). Rimeligvis opstaar ved Spaltning af Sukkermolekulet altid først den optisk inaktive, racemiske Form. Men da Bakterierne sandsynligvis benytter Syren som Næringsstof og hertil foretrækker den ene af de optisk aktive Komponenter, bliver den anden tilbage (se pag. 111). Herpaa tyder, at det er lykkedes at faa en optisk inaktiv Mælkesyre optisk aktiv ved Hjælp af *Bac. coli* (Leukowitsch) eller inaktiv mælkesur Kalk til at dreje stærkt til Venstre efter en Gæring (Percy Frankland, Peré).

Biprodukterne kan dels hidrøre fra selve Gæringsprocessen, maaske dannede ved det eventuelle Mælkesyreenzyms Virksomhed, maaske ved særlige Enzymer, dels kan de være umiddelbare Stofskifteprodukter, der udskilles at Cellen som unyttige for den.

Hvorledes Bakterier kan miste eller erhverve Evnen til at danne Mælkesyre, er omtalt ovenfor (pag. 183). At kunne fremkalde Mælkesyregæring er altsaa ikke en Egenskab, der er aldeles uløselig forbunden med bestemte Bakteriers Stofskifte. Under forandrede ydre Forhold kan de samme Bakterier derimod fremkalde helt andre Gæringer.

At Mælkesyregæringen skyldes en Enzymvirkning, herpaa tyder, foruden det just nævnte, tillige den Omstændighed, at man ved Tilsætning af visse Metalsalte (svovlsurt Kobberilte og Sublimat) i meget ringe Mængde kan undertrykke Bakteriernes Formering, medens deres Gæringsevne samtidig forøges (Richet). Men endnu er det ikke lykkedes at isolere dette Enzym.

Naturligvis er der mange ydre Faktorer, der influerer paa Gæringens Forløb; men da det jo her drejer sig om saa mange forskellige Bakterier, er det vanskeligt at sige noget almindeligt herom. Saaledes stiller de forskellige Arter forskellige Krav til Næringssubstratets Sammensætning, til Adgang eller Udelukkelse af fri Ilt, til Temperaturen osv. Optimum

ligger sædvanlig ved 30°—35°, men der findes ogsaa thermofile Mælkesyrebakterier, der trives vel ved 50° og derover. Alle er de tillige, om end i forskellig Grad, meget følsomme overfor den af dem selv dannede frie Syre. Kun hvis denne neutraliseres ved Tilsætning af Kalcium-, Magnium-, Zinkkarbonat o. l., kan Processen vedblive, efter at der er dannet Brøkdele af Procent Mælkesyre. —

Af disse Enkeltheder om en typisk Bakteriegæring vil det fremgaa, hvor kompliceret en saadan i Virkeligheden kan være, selv naar man arbejder med Renkulturer af Bakterier. Ti ikke alene kan den fremkaldes af mange forskellige Arter, hver dannende sine Biprodukter og sin særlige Modifikation af Hovedproduktet, men der er jo endog en Sandsynlighed for, at flere Enzymer virker samtidigt fra den enkelte Celle, og at Sammenspillet forandres med de ydre Forhold. Da mange andre af de i Naturen forekommende Gæringer er lige saa indviklede som Mælkesyregæringen eller endog mere, kan det ofte volde nogen Vanskelighed at faa dem anbragte paa deres rette Plads i en Oversigt som nedenstaaende, der skulde være et Slags System over Gæringsfænomenerne.

To forskellige Processer følges ofte ad: forud for den dybere gaaende Spaltning (Dekomposition) gaar der en mindre dybtgaaende Hydrolyse ved et særligt Enzym, hvis der foreligger en kondenseret Forbindelse som et Poly- og Disaccharid eller et Æggehvidestof, der ikke direkte kan dekomponeres. Ligesaa gaar en Udfældning, Koagulation, af et opløst Æggehvidestof ofte forud for en videre Sønderdeling. Nogle Gæringer er jo desuden sammensatte i den Forstand, at der virker flere Mikroorganismer samtidig paa samme Substrat. Dette gælder f. Eks. Kefyrgæringen, Ostens Modningsproces, »Forraadnelse« o. fl.

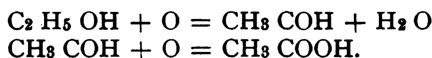
Vi ordner da de Gæringer, der fremkaldes af Bakterier, først efter deres kemiske (eller fysiske) Karakter, eftersom de (hovedsagelig) bestaar i Iltninger, Reduktioner, Hydrolyse osv., dernæst efter de Stoffer, der undergaar Gæringen, og endelig, naar de samme Stoffer kan gaa i forskellige Gæringer, efter det Hovedgæringsprodukt, hvorefter Gæringerne i Al

mindelighed har faaet Navn (som Mælke-, Smørsyregæring osv.). I enkelte Tilfælde er det dog vanskeligt at angive, hvilket Stof der er Hovedproduktet, som ved Æggehvidestoffernes brogede Dekompositioner; her er da benyttet en anden Adskillelse, efter Enzymerne (Peptase- og Trypsingæring[1]).

Iltninger.

Iltende Enzymer, Oxydaser, er endnu ikke isolerede fra Bakterier, men da de forekommer almindeligt i Plante- og Dyreriget, er det sandsynligt, at de er virksomme ved følgende Gæringer, der skyldes Bakterier og bestaar i en Overførelse af Luftens frie Ilt paa det gæringsdygtige Stof:

1. Æthylalkohols Iltning til Eddikesyre under Eddikesyregæringen, der fremkaldes af flere forskellige Bakterier, f. Eks. de 3 af E. Chr. Hansen beskrevne Arter *Bacterium aceti, Pasteurianum* og *Kützingianum,* samt af *Bact. xylinum* Brown og flere af Wermischeff, Henneberg og Hoyer beskrevne Arter. Gæringen tænkes at forgaa i 2 Sæt, idet der dannes Acetaldehyd som Mellemled:



$$C_2H_5OH + O = CH_3COH + H_2O$$
$$CH_3COH + O = CH_3COOH.$$

Eddikesyrebakterierne danner ejendommelige Hinder, virker i indtil 10 % Alkohol og bedst, naar der er dannet c. 2 % Eddikesyre. Minimum 4°—8°, Optimum 25°—35°; over 35° danner Bakterierne let Involutionsformer (Hansen) se pag. 66—70.

2. Fleratomige Alkoholer kan iltes til en tilsvarende Sukkerart som Sorbit til Sorbose, Mannit til Fruktose osv. ved *Bacterium xylinum* (Bertrand).

3. Glykose kan iltes til Glukonsyre ved *Micrococcus oblongus* (Boutroux), Xylose til Xylonsyre ved *Bacterium xylinum* (Bertrand).

4. Ammoniaks Iltning til Nitrit og dette videre til Nitrat, den saakaldte Nitrifikation, fremkaldes af i det mindste to forskellige Bakterier. Se p. 93—94 og 103—04.

[1] Nomenklaturen er for Enzymerne saavel som for selve Bakterierne i Øjeblikket saa forvirret, at det kun lidet vilde nytte paa dette Sted at søge at reformere den. Vi benytter derfor her for Enzymerne de Navne, der er de hyppigst anvendte hos danske Forfattere, uden for saa vidt der ingen Misforstaaelse kan opstaa ved en forandret Endelse (»Invertase« for »Invertin«, »Peptase« for »Pepsin«).

5. Om Svovlbrintens Iltning til Svovl og Svovlsyre ved Svovlbakterier se p. 105—07 og 115.

6. Om Jærnforiltes Iltning til Jærntveilte se p. 107.

Reduktioner.

Ved flere af de nedenfor nævnte Spaltningsgæringer foregaar der en Frigørelse af Brint, der *in statu nascendi* kan føre til Dannelsen af Svovlbrinte, Ammoniak, Fosforbrinte, Kulbrinter, Vand o. l. Dog kan disse Stoffer ogsaa dannes direkte ved Spaltninger af højere Molekuler eller være umiddelbare Stofskifteprodukter, men det er meget vanskeligt at afgøre bestemt, hvorfra de har deres Oprindelse. Reduktioner er forøvrigt overmaade almindelige hos Bakterierne og paavises let ved selen- og tellursurt Natrium, der reduceres til henholdsvis rødt Selen og sort Tellur (Scheuerlen, Klett) eller ved Farvestoffer som Lakmus, Methylenblaat eller Indigo, der affarves (Cahen). Reduktionsevnen tilkommer f. Eks. flere Mælkesyrebakterier, de fleste af dem, der »smelter« Gelatine, og patogene Former som Coli og Tyfus m. fl. Nogle (Klett) mener, at Reduktionen foregaar inde i Cellen, og at Ilten dér anvendes til Respirationen, andre (Fr. Müller), at den foregaar ved udskilte Stofskifteprodukter (maaske reducerende Enzymer?).

Af de vigtigste herunder hørende Gæringer skal nævnes:

1. Reduktionen af Nitrater til Nitriter og videre til frit Kvælstof og Ammoniak ved den saakaldte Denitrifikation, der iværksættes af flere forskellige Bakteriearter, beskrevne af Stutzer, Sewerin, Schirokikh, Hj. Jensen o. fl. For at den skal komme i Stand, er Kulhydraters (navnlig Druesukkers) Tilstedeværelse nødvendig (Jensen). Nogle er da af den Anskuelse, at det er den ved disse Kulhydraters Spaltning frigjorte Brint, der er den virksomme ved Reduktionen (K. Wolff).

2. Svovlbrintedannelse, der meget almindelig ledsager Bakteriernes Stofskifte og i nogle Tilfælde er en tydelig Gæringsproces, som naar Svovlbrinten opstaar ved Reduktion af Sulfater under den obligat anaërobe *Spirillum desulfuricans* (Beijerinck) Livsvirksomhed eller af rent Svovlpulver, der tilsættes en Næringsopløsning. Det sidste udføres af overmaade mange Bakterier. Meget hyppigt dannes Svovlbrinten ogsaa ved Fraspaltning af Æggehvidestoffer, hvor den da snarere er et umiddelbart Stofskifte-

produkt eller maa regnes blandt Biprodukterne ved Spaltningsgæringerne (se senere).

Hydrolyse

eller simpel Spaltning under Vandoptagelse af komplicerede Molekuler sker ved Hjælp af en Række forskellige Enzymer, som det er lykkedes at paavise hos en Mængde Bakterier og isolere fra Gærsvampes og højere Planter og Dyrs Celler. Organismerne synes fortrinsvis at benytte de hydrolyserende Enzymer til at gøre Næringsstofferne opløselige og diffusible, saa de kan optages gennem Cellevæggen, foruden at Hydrolysen synes at være en nødvendig forudgaaende Proces for de fleste dybere Spaltninger. Saaledes omdannes

1. Cellulose til Glykose ved Cytase eller Cellulase, et Enzym, der rimeligvis forekommer hos de Bakterier, der er i Stand til at forgære Cellulosen videre til Sumpgas eller Smørsyre (se nedenfor).

2. Stivelse til Dextriner og Maltose ved Diastase, der er funden hos en stor Mængde Bakterier (Fermi). Rimeligvis er »Diastase« dog et Kollektivnavn for flere Enzymer.

3. Rørsukker til Dextrose og Lævulose ved Invertase (se ovfr.), der i enkelte Tilfælde er funden hos Bakterier (Fermi og Montesano). Ved lignende Enzymer omdannes Maltose til to Molekuler Dextrose ved Maltase, Laktose til et Mol. Dextrose og 1 Mol. Galaktose ved Laktase. Det sidste findes rimeligvis hos Mælkesyrebakterierne,

4. Glykosider tll Glykose og andre Forbindelser ved særlige Enzymer som Emulsin o. l.; f. Eks.



$$\underset{\text{Amygdalin}}{C_{20}H_{27}NO_{11}} + 2H_2O = \underset{\text{Glykose}}{2C_6H_{12}O_6} + \underset{\text{Benzaldehyd}}{C_6H_5COH} + \underset{\text{Blaasyre}}{HCN}$$

Emulsin er fundet hos en enkelt Bakterie (*Micrococcus pyogenes tenuis* Lehmann). Herhen hører ogsaa Indikanets Spaltning til Sukker og Indigohvidt, som skal kunne iværksættes af *Bacillus indigogenus* Alvarez, men ogsaa kan fremkaldes af Enzymer i selve Indigoplanterne.

5. Fedtstoffer til Glycerin og frie Fedtsyrer ved Lipaser. Disse Enzymer forekommer sikkert hos visse Forraadnelsesbakterier samt hos nogle patogene Former som Tyfus og Kolera.

6. Urinstof til kulsur Ammoniak (se ovfr.) og Hippursyre til Benzoesyre og Glykokoll ved Urase, der findes hos over 60 Arter (Miquel). Enzymet er isoleret.

7. Æggehvidestoffer til Albumoser, Peptoner o. l., de første Omdannelsesstadier ved peptiske og tryptiske Enzymers Indvirkning (se nedenfor under Dekompositioner).

Anhydriddannelse.

Herpaa kendes i Øjeblikket ingen bestemte Eksempler fra Bakteriologien uden for de Processer af den Art, der nødvendigvis maa foregaa inde i Cellen ved dens syntetiske Virksomhed. Men muligvis er nogle af de hydrolyserende Enzymer ogsaa i Stand til under visse Betingelser at udføre den modsatte Proces, at sammentømre Molekuler under Fraspaltning af Vand, saaledes som Hill angiver det for Maltasens Vedkommende (se p. 182).

Dekompositioner.

Herved vil vi forstaa mere dybtgaaende Spaltninger end de hydrolytiske. Der frigøres herved ogsaa langt mere Varme end ved Hydrolyserne, og medens disse vel fortrinsvis har deres Betydning ved at bringe Næringsstofferne i assimilabel Form, virker Dekompositionerne snarere ved at forsyne Bakterierne med Energi, og da navnlig for Anaërobionterne erstatte den Energikilde, som Aërobionterne har i den normale Respiration. Men flere Bakterier benytter desuden begge Energikilder. Herunder hører de fleste af de Gæringer, man tidligere regnede for de »ægte«. Kulsyre er her et staaende Gæringsprodukt. Følgende Stoffer kan blive Genstand for Dekompositionsgæringer ved Bakterier:

1. Fleratomige Alkoholer. Glycerin i fortyndet Tilstand forgæres af mange Bakterier, f. Eks. af *Bacillus ethaceticus* Frankland (der ogsaa forgærer Mannit) under Dannelsen af Æthylalkohol, Eddikesyre og Spor af Myre- og Ravsyre; af andre Bakterier kan der af Glycerin ogsaa dannes Butylalkohol og Smørsyre. Erythrit, Mannit, Dulcit, Sorbit og Quercit spaltes paa forskellig Maade, bl. a. af Coli- og Mælkesyrebakterier; et hyppigt Gæringsprodukt er Mælkesyre.

2. Fede Syrer, Syrer af Oxalsyrerækken og deres Oxysyrer, særlig deres Kalksalte. — Myresur Kalk kan spaltes i Kulsyre og Brint, eddikesur Kalk giver i Stedet for Brint Methan, mælkesur Kalk kan spaltes paa flere Maader og give som Hovedprodukter enten Propion- eller Valerianesyre eller Smør-

syre eller en Blanding af Propion- og Smørsyre. Endvidere kan Glycerin-, Rav-, Æble-, Vin- og Citronsyrernes Kalksalte forgæres paa forskellig Maade.

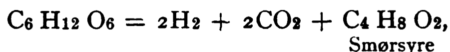
3. Kulhydraterne spaltes paa næsten alle tænkelige Maader ved Gæringsprocesser. Som allerede tidligere nævnt, maa dog Poly- og Disacchariderne ved Hjælp af hydrolyserende Enzymer i Forvejen være omdannede til Monosaccharider, mest Pentoser og Hexoser. Man benævner her de forskellige Gæringer efter det Gæringsprodukt, der dannes i størst Mængde eller er mest karakteristisk for dem. Enzymerne er som Regel ikke isolerede.

a. Sumpgasgæringen har Cellulose til Udgangspunkt og danner heraf efter forudgaaende Hydrolyse (se ovfr.) Sumpgas (CH_4) og Kulsyre eller Brint og Kulsyre med bl. a. Aldehyd og Eddikesyre som Biprodukter. En af Omeliansky rendyrket anaërob Bacil og flere Smørsyrebakterier er Aarsagen heri.

b. Butylalkoholgæring. Af Maltose som Udgangspunkt dannes Butylalkohol af *Bacillus butylicus* Beijerinck, desuden Isobutylalkohol, Smør- og Eddikesyre af *Bacillus orthobutylicus* Grimbert.

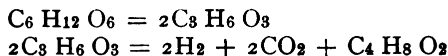
c. Myre-, Eddike- og Propionsyre er mest Biprodukter ved Forgæring af Kulhydrater. Derimod er

d. Smørsyregæringen karakteristisk ved Smørsyre som Hovedprodukt, Brint og Kulsyre som stadige Biprodukter. Den kan bestaa i en direkte Spaltning af Sukkermolekulet efter Formlen



$$C_6H_{12}O_6 = 2H_2 + 2CO_2 + \underset{\text{Smørsyre}}{C_4H_8O_2},$$

men den kan ogsaa være mere sammensat, idet der foruden disse Stoffer kan dannes Butylalkohol, Eddike- og Mælkesyre, den sidste ofte endog først som Hovedprodukt:



$$C_6H_{12}O_6 = 2C_3H_6O_3$$
$$2C_3H_6O_3 = 2H_2 + 2CO_2 + C_4H_8O_2$$

Næsten alle mulige Kulhydrater kan gaa i Smørsyregæring. Det er overvejende obligat anaërobe Former, der fremkalder den, dog er ogsaa flere aërobe i Stand dertil. Der findes bl. a. flere patogene Arter derimellem. Af de talrige specifike Smørsyrebakterier, der ikke er saa nøje morfologisk adskilte, skal kun nævnes *Bacillus butyricus* Hueppe, *Bacillus Amylobacter* van Tieghem, *Clostridium butyricum* Prazmowski. Se forøvrigt p. 115.

d. Mælkesyregæringen, se ovfr.

e. Oxalsyregæring fremkaldes af forskellige Eddikesyrebakterier, f. Eks. *Bact. xylinum* Brown (Zopf).

f. Slimgæringen (Dextrangæring) optræder i Mælk, Vin og Sukkeropløsninger, hvoraf den danner en Gummiart foruden Mannit, Kulsyre og Vand. Aarsag hertil er den nu sjældne *Streptococcus mesenterioides* van Tieghem, *Bacterium vermiforme* Ward o. fl. (I visse Tilfælde opstaar Slimen dog vist af Æggehvidestoffer).

4. Æggehvidestoffernes Gæring er af meget indviklet og for største Delen i det kemiske Forløb af ganske uopklaret Art. De samme Spaltninger, som de undergaar ved dyriske Enzymers (Pepsins, Trypsins) Indvirkning, genfinder vi, naar de angribes af Bakterier, der da maa antages at føre de samme eller lignende Enzymer. Dertil kommer saa desuden en Række for Bakterierne karakteristiske og undertiden meget giftige Gæringsprodukter. Da der ved Æggehvidestoffernes dyberegaaende Sønderdeling altid udvikles en Række meget ildelugtende Luftarter, betegner man de mange forskellige Gæringer, der forløber samtidig eller efter hinanden, ved Fællesbetegnelsen »Forraadnelse«, men nogen systematisk Adskillelse mellem de enkelte Led i denne er i Øjeblikket ikke mulig, navnlig fordi man ikke nøje kender de enkelte Bakterier, som deltager deri, og heller ikke kender flere af de dannede Produkters kemiske Karakter.

a. Pepsin- eller Peptasegæring. Herved forstaas almindelige proteolytiske Enzymvirkninger, der foregaar i svagt surt Substrat. Da det er en ret sammensat Proces, hvis første Stadier fra de egentlige Albuminstoffer gennem Albumoser til Peptoner sædvanlig antages at være af hydrolytisk Natur, er det muligt, at der ogsaa her virker flere forskellige Enzymer sammen. Foruden Peptoner dannes der i hvert Fald af peptiske Enzymer ogsaa Produkter, der hverken fældes af Fosfor-Wolframsyre eller Garvesyre og ikke giver Biuretreaktion, rimeligvis Amidosyrer o. l. Saavel ægte Albuminstoffer som Albuminoïder kan angribes. — Da Bakterierne jo i Reglen ikke kan trives i surt Substrat, er de peptiske Enzymer ikke meget almindelige hos dem. I sur Mælk og Ost sker der dog altid en Opløsning og Spaltning af det koagulerede Kaseïn ved Kasease, der er et ægte peptisk Enzym, som dannes af de Bakterier, der kan taale en svagt sur Reaktion (Mælkesyrebakterier, Duclaux' Tyrothrixarter o. l.). Dette Enzym spiller en vigtig Rolle i de første Stadier af Ostens »Modning« (v. Freudenreich, Orla Jensen).

b. Trypsingæringen, der bedst foregaar under svagt alkalisk (eller neutral) Reaktion i Substratet, er dog langt mere dybt-

gaaende end den foregaaende. Rimeligvis er »Trypsin« ogsaa et Kollektivnavn for en Række forskellige Enzymer. Foruden Albumoser, Propeptoner og Peptoner danner Trypsin altid Amidosyrer (Leucin, Tyrosin, Asparaginsyre) og Hexonbaser som Lysin, Arginin, Histidin o. l., endvidere Glykokoll (Amidoeddikesyre), Tryptophan, ja endogsaa Ammoniak m. m. Sønderdelingen er altsaa ret fuldstændig. — Tryptiske Enzymer er fundne hos og isolerede fra overordentlig mange Bakterier. Da den saakaldte »Smeltning« af Gelatine, som før omtalt, maa antages at være en Trypsinvirkning, har man heri et let Middel til at paavise dette Enzyms Forekomst, og det vilde her være ganske unødigt at forsøge paa en Opremsning af alle de Arter, der er i Besiddelse af denne Egenskab. Trypsinvirkninger er altsaa et meget vigtigt Led i Forraadnelsesprocesserne, og det er ofte vanskeligt at afgøre, hvilke Gæringsprodukter der hidrører herfra, og hvilke der stammer fra andre Enzymer, som Forraadnelsesbakterierne maatte føre, samt hvad der hører til disses umiddelbare Stofskifteprodukter.

Foruden disse ret vel karakteriserede Enzymgæringer dannes der ved Forraadnelsen en stor Række andre Stoffer, der direkte eller indirekte (ved Enzymer) skyldes Bakteriers Livsvirksomhed. Vi træffer her en Række Luftarter som Kulsyre, Kulbrinter, Svovlbrinte, Fosforbrinte, Ammoniak, frit Kvælstof; desuden fede Syrer og deres Oxysyrer, Aminer som Trimethylamin, særlig ildelugtende Stoffer som Mercaptan, Indol og Skatol, endvidere Fenoler, Sulfosyrer osv. Dertil kommer en Række Stoffer, der er særlig karakteristiske for disse Bakterier, de saakaldte Ptomainer eller Forraadnelsesalkaloider som Neuridin, Putrescin, Cadaverin, Cholin og nogle meget farlige Giftstoffer som Neurin, Muscarin o. fl.[1]). — Ligesom »Forraadnelse« er et Kollektivnavn for flere forskellige Gæringer, saaledes dækker »Forraadnelsesbakterier« i videste Forstand over alle de Arter, der deltager i Æggehvidestoffernes Spaltning, og vi vil da let se (jfr. Afsnittet om Kvælstofernæringen), at vi under denne Rubrik kan samle næsten alle Bakterier. Naturligvis er der nogle, som man hyppigst træffer paa, som den store *Bacillus vulgaris (Proteus)* Hauser, *Bac. putrificus* Bienstock osv., men Bakteriefloraen veksler

1 Herfra maa nøje holdes ude de Giftstoffer, Toksiner, der hører til de patogene Bakteriers umiddelbare Stofskifteprodukter og ofte end ikke udskilles af Cellen. Rigtignok er det ofte vanskeligt at afgøre, om slige Gifte opstaar ved en Spaltning af Substratet eller dannes direkte af Cellen. (Se pag. 200—204).

saa meget efter Tid, Sted, Æggehvidestoffets Art og under selve Forraadnelsesprocessen, hvor den ene Art afløser den anden, saa det vil være langt uden for denne Fremstillings Rammer at gaa nærmere ind herpaa. Kun skal det nævnes, at det for en stor Del er anaërobe Former, der iværksætter Forraadnelsen og udvikler de stinkende Luftarter, og mange symbiotiske Forhold eksisterer mellem de enkelte Arter.

Synteser.

Hvis de Processer, der indledes af de dekomponerende Enzymer, var reciproke — ɔ: efter at et Ligevægtspunkt var naaet, gik overvejende i modsat Retning —, maatte der kunne gendannes Kulhydrater, Æggehvidestoffer osv. af deres Spaltningsprodukter. Men herpaa kender man ingen Eksempler (Jfr. Maltase pag. 182 og 193). Synteserne er sikkert for Størstedelen Processer, der foregaar inde i Cellen ved Protoplasmaets direkte Medvirkning under den almindelige Assimilation af Næringsstoffer. Dog kunde det nok tænkes, at Assimilationen af det frie Kvælstof var en Proces, der indledes ved et Enzym eller lign. udenfor Cellen, ved paa en eller anden Maade at faa en Iltning af Kvælstoffet i Stand; men denne Tanke fremsættes kun som en ren Hypotese.

Koagulation.

Flere Bakterier, navnlig blandt dem, der stadig indfinder sig i Mælk, har Evne til uden Syredannelse at faa Kaseïnet til at udfældes, at koagulere. Denne Proces, der ofte i forbavsende kort Tid fører til en fuldstændig Udfældning af alt tilstedeværende Kaseïn, skyldes Virkningen af et Enzym, Løbe, som Bakterierne udskiller. Da der muligvis ikke sker nogen Forandring i Kaseïnets kemiske Sammensætning — Forskerne (Hammarsten og Duclaux) er paa dette Punkt uenige — er Processen maaske af rent fysisk Art. Kalksaltes Tilstedeværelse er nødvendig, for at Processen kan komme i Stand, uden at man kan paavise, at Kalken indgaar Forbindelse med det dannede Produkt.

Dekoagulation

er den Genopløsningsproces, der gerne følger umiddelbart efter Koagulationen og indledes af Enzymer som Kasease.

Muligvis er ogsaa denne ligesom de første Stadier af Æggehvidestoffernes Omdannelse ved Pepsin en rent fysisk Opløsningsproces, hvorved der i og for sig ingen kemiske Forandringer foregaar[1]).

Spørges der nu om, hvad Gæringer egentlig er, saa maa vi i Øjeblikket blive Svaret skyldig. De Forklaringer, man har, er kun Hypoteser. Vel kan vi studere de kemiske Omsætninger, der sker under Gæringerne, og navnlig naar de foregaar ved Hjælp af isolerede Enzymer, men hvorledes de kommer i Stand, hvorledes Enzymerne uden tilsyneladende selv at forandres, kan bringe saa mange komplicerede Molekuler ud af Ligevægt og faa dem til at sønderdeles i ganske bestemte Retninger — det staar vi i Virkeligheden ganske uforstaaende overfor.

Kun ved vi, at Pasteurs vitale Gæringsteori ikke længere holder Stik. Han opfattede Gæringerne som rent fysiologiske Processer: Organismerne optog det gæringsdygtige Stof i sig, spaltede det for at vinde Ilt, naar de under Anaërobiosen var udelukkede fra Luftens frie Ilt, og udskilte

[1] Fænomener, der paafaldende minder om Koagulation og Dekoagulation er den saakaldte Agglutination og Bakteriolysen. Sættes en ganske ringe Mængde (en Draabe) Serum af et Dyr, der er inficeret med eller immunt overfor en bestemt patogen Bakterie, til en Bouillonkultur eller en Opslemning i Vand af denne, vil Bakterierne meget hurtigt samle sig i en Klump (agglutinere); hvis de er bevægelige, mistes Cilierne, og Cellevæggene, der udbulner, klæber sammen, medens Bakterierne dog først efter nogen Tids Indvirkning dør og, hvis der træffes de nødvendige Forholdsregler, kan overleve Agglutinationen. Denne tilskrives Indvirkningen af enzymagtige Stoffer, Agglutininer, der findes i Blodet af de paagældende Dyr, men den kan dog ogsaa fremkaldes ved Tilsætning af visse Kemikalier. En vigtig praktisk Anvendelse har Agglutinationsfænomenet faaet ved Diagnosen paa Tyfus (Widals Prøve).

Det samme Serum, der virker agglutinerende, vil imidlertid efter nogen Tids Forløb virke opløsende paa Bakterierne (Bakteriolyse), og dette antages at skyldes andre Stoffer, de saakaldte Lysiner eller Aleksiner.

Naturligvis har disse Fænomener intet med de af Bakterier fremkaldte Gæringer at gøre. Her er tværtimod det omvendte Tilfældet: at selve Bakterierne bliver Objekter for Enzymvirkninger, der stammer fra andre Organismer.

saa Gæringsprodukterne som nogle for dem unyttige Sekreter. »Gæring er Liv uden Ilt (*vie sans air*)«, saaledes lød i Korthed hans Teori.

Men vi ved nu, 1) at Gæring kan foregaa, saa vel naar der er fri Ilt tilstede, som naar den mangler, baade ved Aërobionter og Anaërobionter, og 2) at den ogsaa kan foregaa uden den levende Celles direkte Medvirkning, ved Hjælp af Enzymer, der ganske vist skylder Cellen deres Oprindelse. Dette vidste Pasteur imidlertid ikke, og under Kritiken af hans Teori maa vi ogsaa huske paa, at han ikke regnede de hydrolytiske Enzymvirkninger for egentlige Gæringer. Men selv om vi ogsaa undtager disse, kan vi dog ikke underskrive hans Paastand om, at Gæringsprodukterne er uanvendelige for de paagældende Organismer. Tværtimod antager vi jo f. Eks., at Mælkesyrebakterierne ofte benytter en Del af den Mælkesyre, de selv danner, til deres Ernæring, hvilket ikke udelukker, at Gæringsprodukterne er skadelige, naar de ophobes, da Gæringsorganismerne som Regel kun taaler dem i meget svage Koncentrationer. — Vi ved endvidere, at Gæring kan foregaa i Tilfælde, hvor vi ikke har isoleret Enzymet fra Bakterierne, selv om andre meget vigtige Livsytringer som Vækst og Formering er standsede (se pag. 188), og vi antager derfor, at Gæringen i sig selv ikke er nogen Ernæringsproces men enten kun de forberedende Skridt til en saadan, idet den bringer Substratet i en assimilabel Form, eller ogsaa en rent energiudviklende Proces, der ligesom og ofte i Stedet for den normale Respiration forsyner den levende Celle med Energi til at udføre dens øvrige Livsfunktioner. Der er da ogsaa den største Grund til at antage, at Gæringerne i Hovedsagen foregaar udenfor Cellen (er extracellulære Processer) ved Hjælp af udskilte Enzymer eller i nogle Tilfælde maaske ved disses Virken paa Afstand, gennem Cellemembranen. De Stoffer, der dannes inde i Cellen, deriblandt mange af de ved Gæringerne fundne Biprodukter, er da ikke at opfatte som egentlige Gæringsprodukter men, ligesom selve Enzymerne, som direkte Stofskifteprodukter.

Det er lejlighedsvis omtalt, at mange af de Processer, der fremkaldes af Enzymer og Gæringsorganismer, ogsaa kan iværksættes ad anden Vej, ved fortyndede Syrer og Alkalier, ved spændte Vanddampe, Sollys, elektriske Strømme osv. Det kunde da være, at Aarsagen til Molekulernes Sønderdelinger delvis var at søge i Molekulerne selv, at Atomer og Atomgrupper udenfor dem befandt sig i en vis ustadig Ligevægt, og at Molekulet altid var i Færd med at forandre sig. Enzymerne og andre lignende Kræfter skulde da blot fremskynde disse Forandringer og lede dem i bestemte Retninger, eftersom de var i Stand til at »lukke Molekulerne« op paa den ene eller den anden Maade. Enzymet skulde »hjælpe« Molekulet med det, som det selv var i Færd med at foretage, men som kun var muligt under bestemte ydre Forhold. Herfra da Milieuets tilsyneladende Indflydelse paa Enzymernes og Gæringsorganismernes Virksomhed, men i Virkeligheden kun de ydre Forhold, under hvilke Molekulærforandringerne er mulige, ganske bortset fra Enzymer. Vi vilde herigennem naa til en rent kemisk-fysisk Forklaring af Gæringerne og forstaa, hvorledes Organismerne kun benytter sig af Processer, der ogsaa kan foregaa uafhængigt af dem.

Hvorledes man nu end vil forklare Gæringsfænomenerne, er deres uhyre Betydning for Gæringsorganismerne umiddelbart indlysende. Og at de smaa Væsener, Mikroorganismerne, fremfor nogen er bleven udstyrede med Gæringsevne, at de har faaet Nøglen til Energikilder, som de højere Organismer kun i forholdsvis meget begrænset Grad kan øse af, det har gjort dem det muligt at klare nogle af de mange Skær, Kampen for Tilværelsen byder, og som ellers kunde gøre Livet for dem umuligt. Hvilken uhyre Rolle Bakterierne paa den anden Side herigennem spiller i hele Naturens Husholdning, fremgaar af, at det er dem, der besørger store Dele af de Stoffers Kredsløb (navnlig Kulstofs og Kvælstofs), der findes i saa ringe Mængde paa Jorden, at de stadig maa vandre fra den ene Organisme over i den anden, for at Livet paa Jorden kan opretholdes.

C. Toksiner.

Ligesom de zymogene Bakterier fremkalder Gæringer ved Hjælp af Enzymer, saaledes foraarsager de patogene Bakterier Sygdomme ved de for dem karakteristiske Stofskifteprodukter, der kaldes Toksiner. At dette forholder

sig saaledes, fremgaar af, at man undertiden kan fremkalde i Hovedsagen ganske de samme Sygdomssymptomer (eller Døden) ved Indsprøjtning af Kulturer, i hvilke Bakterierne enten er dræbte eller fjærnede ved Filtrering, medens Toksinerne er uskadte, som naar man indfører selve de levende, virulente Bakterier. Ved Bakteriers Virulens forstaar man deres Evne til at fremkalde Sygdomme (af *virus* = Gift).

Toksinerne hører til Bakteriernes umiddelbare Stofskifteprodukter og dannes i Cellens Indre, hvorfra de enten udskilles i det omgivende Medium eller kun ved særlige Midler kan frigøres (se nedenfor om deres Fremstillingsmaader og de Kulturbetingelser, under hvilke de dannes)[1]. I mange Henseender minder de om Enzymerne. Deres kemiske Sammensætning er saaledes endnu ubekendt, selv om man i enkelte Tilfælde har faaet dem fremstillede i forholdsvis ren Tilstand; de er som oftest lidet holdbare og meget følsomme overfor Indvirkning af forholdsvis lave Temperaturer, af Lys, Ilt, Syrer og andre Stoffer; og endelig kan ganske minimale Mængder af dem ofte fremkalde kolossale Virkninger. Men disse er dog af en noget anden Art end Enzymernes. Ti medens Gæringerne kan iagttages i Reagensglas og Kolber ved bestemte kemiske Reaktioner og forfølges kvantitativt ved Titrering og Vejning, har vi foreløbig intet andet Reagens paa Toksinernes Virkning end selve den levende Organisme, hos hvilken de fremkalder Sygdom og Død (»den fysiologisk-patologiske Reaktion«)[2]. Studiet af dem fører da direkte ind i den dyriske Fysiologi og Patologi og vedkommer derfor kun denne Fremstilling for saa vidt, som vi ved noget om deres almindelige fysiske og kemiske Egenskaber samt Betingelserne for deres Dannelse udenfor Organismen.

[1] Dette udelukker ikke, at patogene Bakterier foruden Toksiner ogsaa kan danne andre Gifte, som Ptomaïnerne, ved Sønderdeling af æggehvideholdigt Substrat udenfor Cellen (se pag. 196).

[2] Kun undtagelsesvis kan man udenfor Organismen forfølge et Toksins Virkninger ved en Slags Titrering, saaledes naar man sætter forskellige Doser af Tetanolysin — et Stof, der findes i Tetanuskulturer — til en Opslemning af røde Blodlegemer. En bestemt Dosis giver her et Opløsningsfænomen og en Farvereaktion; men Objektet (Blodlegemerne) er jo dog en Bestanddel af den levende Organisme.

De kan jo nemlig ogsaa dannes paa kunstigt Substrat, hvorved man paa flere Maader end ellers har kunnet gøre dem til Genstand for eksakte Studier.

Toksinernes Fremstillingsmaade minder ogsaa om Enzymernes. Hvis de udskilles i Substratet som f. Eks. Difteri- og Tetanus-(Stivkrampe)toksinet, filtreres Kulturen (i Reglen Bouillon) gennem Chamberlandske Porcellænsfiltre. I andre Tilfælde maa Bakterierne dræbes, før man kan udtrække deres Toksin, og dette maa da ske ved saadanne Midler, at det paagældende Toksin ikke destrueres. Efter dettes Følsomhed mod ydre Paavirkning anvendes forskellige Midler som Kogning (»Gammel-Tuberkulin«), Kloroform (Koleratoksin), Toluol el. lign. Antiseptika. Har man faaet Toksinet i kimfri Opløsning, kan det inddampes i Vakuum, fældes med absolut Alkohol, svovlsurt Ammoniak o. l. Æggehvidefældningsmidler og renses ved gentagne Opløsninger og Udfældninger. Herved faas dog altid meget urene Produkter. I nogle Tilfælde er det lykkedes at udfælde Toksinerne med Zinkklorid som Zinkdobbeltforbindelser og heraf igen udskille Zinken ved tvekulsur og fosforsur Ammoniak uden at ødelægge Giften (saaledes Difteri- og Tetanustoksinet). Disse forholdsvis »rene« Toksinpræparater udmærker sig ved ikke at give de sædvanlige Æggehvidereaktioner og ikke at indeholde Svovl og Fosfor, hvorved det med Sikkerhed har kunnet afgøres, at de ikke henhører til Æggehvidestofferne (Brieger). Tidligere troede man nemlig, at man her havde med giftige Æggehvidestoffer at gøre, hvoraf Navnet »Toksalbuminer«, der nu altsaa ikke længere bør benyttes. — Visse Toksiner er dog saa inderligt knyttede til Protoplasmaet, at de kun lader sig udvinde, naar Cellevæggen sønderdeles ved Rivning med Kiselguhr eller Passage gennem meget tætsluttende Staalvalser. Dette gælder saaledes det sidste af Koch fremstillede Tuberkulin (»Ny-Tuberkulinet«)[1], og paa denne Maade giver Tyfus- og Kolerabakterier ogsaa et kraftigt Toksin. Ny-Tuberkulinet renses efter Opslemning i Vand ved Centrifugering.

Hvad Toksinernes almindelige Egenskaber iøvrigt angaar, er de indbyrdes ret forskellige, men som ovenfor nævnt gennemgaaende meget uholdbare, ɔ: de mister let deres giftige Egenskaber. Mest følsomme er de i opløst Tilstand. Vandige Opløsninger taber sig hurtigt ved Henstand ved alm. Temperatur og destrueres i Reglen fuldstændigt og næsten øjeblikkeligt ved Opvarmning til c. 70°. Difteritoksinet destrueres allerede ved 58° i 2 Timer, Tetanustoksinet ved 55° i 1½ Time og ved 65° i Løbet af nogle faa Minutter. En Undtagelse danner Udtrækket

[1] Dette er dog maaske ikke væsensforskelligt fra »Gammel-Tuberkulinet«.

af kogte Tuberkelbakterier («Gammel-Tuberkulinet«), der endog taaler Kogning i Autoklave ved 160°. I tør Tilstand er de, som Enzymerne, mere holdbare. Medens Lys, Ilt og ringe Mængder fri Syre i Reglen skader dem, kan visse Salte, absolut Alkohol, vandfri Æter o. l. konservere dem i nogen Tid.

Om de nærmere Betingelser for Toksindannelsen ved vi grumme lidet. Bedst dannes de vel i de mest modtagelige Dyrs og Menneskers Legeme[1], men man kan dog ogsaa faa overordentlig kraftige Gifte paa kunstigt Substrat, f. Eks. af Tuberkelbakterier paa Glycerin-Bouillon ved 37°—39°, af Difteribakterier i Bouillon med Klornatrium og helst alkalisk Reaktion under rigelig Adgang af Luft ved 37°. Efter nogle Uger kan der da af disse Kulturer udtrækkes kraftige Toksiner. Baade af Tuberkel-, Difteri-, Kolera- og Snivebakterier har man faaet Toksiner ved Dyrkning paa æggehvidefrit Substrat, hvilket beviser, at de ikke dannes ved en Fraspaltning af Æggehvidestoffer i Næringsopløsningen. Men hyppigt faar man dog en særlig kraftig Toksindannelse, naar man dyrker Bakterierne paa Sekreter og Udtræk af de mest modtagelige Dyrs Legemssubstans (Serum, Spyt o. s. v. — Ganske unge Kulturer synes ofte ikke at danne saa kraftige Toksiner som noget ældre, men naar Kulturerne senere hen svækkes ved Alderdom eller ugunstige Livskaar, hører Toksindannelsen ogsaa op. Dog selv om man stadig gaar frem paa samme Maade, faar man ikke altid lige kraftig Toksindannelse, medens man undertiden faar en saadan, hvor man ikke venter den. Her griber nemlig Bakteriernes Variationsevne, som vi senere skal omtale, ind og hidfører Forhold, som man ikke altid er Herre over.

Skønt vi ellers ikke skal indlade os nærmere paa Toksinernes Indvirkning paa den dyriske Organisme, skal vi dog nævne et enkelt Eksempel paa, hvor rent utrolig smaa Mængder af dem der skal til for at hidføre de frygteligste Virkninger. Af et Tetanustoksinpræparat, saaledes som man har fremstillet det, er 0.00005 mgr. tilstrækkeligt til at dræbe en

[1] En Undtagelse herfra er den stærke Botulismusgift, der staar Difteritoksinet nær, men dannes af en ikke-parasitisk Bakterie, der forekommer i fordærvet Kød (Skinkeforgiftning).

Mus paa 15 gr., hvilket vil sige, at et Menneske paa 70 Kgr. og af samme Modtagelighed vilde dræbes af en Dosis paa 0.23 mgr. (Af Stryknin, der ellers hører til de farligste Gifte, er 30—100 mgr. nødvendig til at dræbe et Menneske). — Toksinernes Styrke bestemmes nu ogsaa ad denne Vej, idet man f. Eks. ved en »Toksinénhed af Difterigift forstaar den mindste Mængde, der er i Stand til sikkert at dræbe et Marsvin paa 250 gr. i Løbet af 4 Dage[1].

Antitoksiner. Indirekte er Bakterierne eller deres Toksiner Aarsag i Dannelsen af specifike Modgifte, Antitoksiner, mod de sidste i de angrebne Dyrs Blod og Væv, mod Difteritoksinet f. Eks. et Difteriantitoksin, der i bestemte Forhold fuldstændig ophæver det førstes giftige Karakter, men ikke virker mod andre Toksiner som Tyfus, Kolera osv. Disse Antitoksiner dannes paa en endnu ukendt Maade i det dyriske Legeme under den smitsomme Sygdom, og, hvis denne overstaas, endnu en kortere eller længere Tid derefter, hvorved Dyret (eller Mennesket) erhverver Uimodtagelighed (Immunitet) mod den paagældende Bakteries Angreb, i det mindste saa længe som Antitoksindannelsen varer. Kraftig Antitoksindannelse fremkaldes ved Indsprøjtning af stigende Doser Toksin i Dyr (Serumfremstilling). Ved kunstig Indførelse af Antitoksin eller Serum, der indeholder dette, kan et Dyr eller Menneske beskyttes imod eller helbredes for en allerede udbrudt smitsom Sygdom. Flere saadanne Sera er bragte i praktisk Anvendelse (Difteri-, Stivkrampe- og Pestserum).

Foruden Antitoksiner danner de dyriske Celler (navnlig de hvide Blodlegemer) — ofte ogsaa under normale Forhold — særlige Beskyttelsesstoffer (Agglutininer og Aleksiner eller Lysiner, se Noten p. 198), der i Lighed med (proteolytiske) Enzymer koagulerer, dræber og opløser selve Bakterierne, medens Antitoksinerne hovedsagelig virker ved at neutralisere deres Gifte. Men herom maa vi ogsaa henvise til specielt medicinske Haand- og Lærebøger.

§ 4. Fysiologiske Variationer.

Den foregaaende Fremstilling af Bakteriernes Fysiologi vil paa mange Punkter have givet Indtryk af, hvor ufuld-

[1] Beslægtede med Bakterietoksinerne er visse Giftstoffer, som man har fremstillet af højere Planters Frø, som Abrin, Ricin, Crotin, og flere dyriske Gifte, som Slange- og Skorpiongiftene; mod nogle af dem er det ogsaa lykkedes at fremstille Modgifte, f. Eks. Anti-Slangegift-Serum ved Injektion af Slangegift i stigende Doser paa modtagelige Dyr.

kommen vor Viden i Øjeblikket er, og hvor lidet vi med Sikkerhed ved om de almindelige Love, hvorefter Bakterielivet udfolder sig. I de allerfleste Tilfælde har vi kun Lov til at sige, at dette eller hint gælder under disse eller hine bestemte Forhold, og vi bør være meget varsomme med at generalisere. Vor Kundskab om Bakterierne er i Virkeligheden endnu ganske fragmentarisk.

Men Bakteriologien er jo ogsaa som Videnskab betragtet kun ganske ung, knapt en Menneskealder gammel, og da det har vist sig, at den spænder over saa uendelig mange og forskelligartede Fænomener, er det ganske naturligt, at der simpelt hen ikke er bleven Tid til at bearbejde de enkelte Fakta indgaaende, endsige bringe Orden i dem, skaffe Forbindelse imellem dem. Man maa ikke lade sig blænde af det tilsyneladende saa rige Materiale, der er bragt frem. Meget af det er ganske værdiløst, fordi det er mangelfuldt belyst, eller ogsaa beror det paa helt forkerte Iagttagelser og bidrager da kun til at gøre vor Viden endnu mere usikker, end den er i Forvejen, eller fremkalder Forvirring, hvor der ellers var tegnet nogenlunde klare Linjer.

Videnskaben har i Bakterierne opdaget og formelt annekteret en helt ny Verden, Mikrokosmos, der rummer ganske uoverskuelige Skatte; men den har endnu ikke formaaet reelt at tage den i Besiddelse og har maattet finde sig i, at allehaande Fribyttere vovede sig derind, skaltede og valtede efter Behag og snarere, i Stedet for at flytte Grænsepælene videre ud, væltede dem, der allerede var sat. Vi staar endnu kun ved Begyndelsen til en Videnskab, der med Tiden vil blive en af de mest omfattende. Grænserne er paa mere end én Maade endnu saare langt borte. Ti paa den ene Side har vi sikkert endnu kun set et meget begrænset Antal af de Arter, der findes (selv om vi allerede tæller dem i Hundredvis), og er ofte ikke i Stand til bestemt at skelne de enkelte fra hinanden, paa den anden Side kender vi som Regel kun ganske enkelte Træk fra deres Liv, forstaar ofte slet ikke, ved hvilke Midler de fører Livet, og under hvor mange forskellige Forhold dette ytrer sig for os. Vore allerfineste Iagttagelsesmidler formaar kun at afsløre de aller-

groveste Træk i Cellernes Former og indre Bygning, og mange af Bakteriernes Livsytringer falder helt uden for de fysiske og kemiske Love, vi i Øjeblikket kender (f. Eks. Enzym- og Toksinvirkninger). Her tales et Sprog, som vi endnu ikke forstaar.

Hvad der tillige gør det saa overordentlig vanskeligt at trænge til Bunds i Bakteriernes Fysiologi, er det uhyre indviklede og fine Sammenspil, der kan finde Sted mellem de enkelte Livsytringer. Tager vi en enkelt Bakterie, som vi dyrker i Renkultur, for os, saa kan den ikke blot optræde under højst forskellige morfologiske Skikkelser (se p. 66—76), men under vekslende ydre Forhold giver den snart ét, snart et helt andet Billede, saa at man, hvis man ikke netop havde den i Renkultur, ofte vilde tro, at man havde med forskellige Arter at gøre.

De saakaldte »højere« Væsener fører Livet indenfor ret snævre kvantitative Grænser af ydre Forhold. Man tænke blot paa, hvor hurtigt et Menneske dør, hvis det berøves Adgang til Ilt et Øjeblik, eller dets Temperatur gaar 3—4 Grader over eller under den normale. Men sligt generer i Reglen ikke Bakterierne, der er anderledes plastiske og anderledes forstaar at lempe sig efter Forholdene. Og det er da i Grunden ogsaa ganske naturligt, at de indenfor de vide Grænser, hvor de kan føre Livet, har langt større Spillerum for Variationer og nødvendigvis maa variere deres Livsytringer saa rigt, naar Livskaarene kan være saa forskellige. Deraf deres tilsyneladende Inkonstans, deres Proteusnatur, hvorpaa vi i denne Paragraf skal give nogle enkelte Eksempler.

Bakteriernes Variationer kan imidlertid være af forskellig Art, idet de kan bero paa: 1) latente Egenskaber, der kun ytrer sig under bestemte ydre Forhold, 2) Tilpasning, og i saa Fald forsvinder, naar Livskaarene igen bliver de normale, eller 3) erhvervede Egenskaber[1], der nedarves paa Afkommet og holder sig under meget forskellige Livskaar.

1. Latente Egenskaber. Naar mange Bakterier

[1] Her er der maaske nok saa ofte Tale om mistede Egenskaber, som Afkommet ogsaa viser sig at mangle.

under visse ydre Forhold giver ét fysiologisk Billede, under andre et andet, vil dette ofte kun sige, at de er i Stand til at reagere paa forskellig Maade paa forskellige ydre Faktorers Indvirkning. Den enkelte Art rummer i sig en Række Egenskaber, der kun træder frem under bestemte Livskaar, men altid latent (skjult) er tilstede. Det er Bakteriernes plastiske Evne, der her gør sig gældende, og den er ofte meget rigt udviklet. Men naar én Livsytring varierer, vil det næsten altid indtræde, at andre varierer samtidig, fordi de staar i et »indre« Afhængighedsforhold, i Korrelation, til den første. Det er saaledes ikke altid let at afgøre, hvad der er den primære Aarsag til en Variation af den Art, og vi skal da heller ikke indlade os paa at undersøge dette.

Vi har udmærkede Eksempler paa Plasticiteten i de fakultative Anaërobionter, der tidligere er omtalte, tildels ogsaa i de fakultative Parasiter. Naar de første ved at træde over fra aërob til anaërob Livsførelse samtidig viser sig i Besiddelse af Gæringsevne og af den Grund stiller andre Krav til Substratet, har vi her ogsaa et Eksempel paa Korrelation. Ved den radikale Forandring i Livskaarene, som Unddragelsen af den frie Ilt er, skifter Livsytringerne ganske Karakter.

Man har ofte bygget systematiske Adskillelser mellem Arter paa fysiologiske Karakterer, f. Eks. paa Gæringsevnen. Følgende Eksempel vil vise, hvor lidet Værd denne har som systematisk Kendemærke, og hvor varsom man derfor bør være i saa Henseende. Grimbert har indgaaende studeret en Bakterie, som han kaldte *Bacillus orthobutylicus*, der kan forgære næsten alle Slags Kulhydrater foruden Glycerin, Mannit m. m. under Dannelsen af Kulsyre, Brint, normal Butyl- og Isobutylalkohol, Smørsyre, Eddikesyre og i nogle Tilfælde ogsaa Mælkesyre og Myresyre (se p. 194). Men disse Stoffer dannes efter Omstændighederne i højst forskelligt indbyrdes Forhold, f. Eks.: 1) Paa de senere Stadier af Gæringen dannes der forholdsvis mere Butylalkohol end Smør- og Eddikesyre og navnlig, hvis Substratets Reaktion efterhaanden bliver sur (der ikke neutraliseres med Kalk). 2) I neutralt Substrat dannes der mere Smør- end Eddikesyre, men om-

vendt i surt Substrat. 3) Hvis Bakterien dyrkes paa Inulin, giver den kun Spor af Butylalkohol; men føres den herfra over i Glykose, giver den 3 Gange saa meget deraf, som den ellers giver, naar den udsaas fra en anden Sukkerkultur. Men omvendt, hvis man saar fra Glykose over i Inulin, danner den af dette ret betydelige Mængder Butylalkohol. 4) Paa sukkerholdigt Substrat danner den ingen, men paa Glycerin betydelige Mængder Mælkesyre. — Af den Slags Eksempler kunde der nævnes mange, men vi skal her nøjes med dette og saa forøvrigt henvise til, hvad der paa andre Steder er sagt om Farvestof-, Enzym- og Toksindannelse samt om Mælkesyregæringen (p. 186—89).

2. Tilpasning. Hvorledes udprægede Aërober og Anaërober ved sukcessive Kulturer og med passende Forandringer i Næringssubstratet kan vænnes til henholdsvis anaërob og aërob Livsførelse med Aftagen eller Tiltagen i Ilttrykket, er omtalt p. 117—120. Det er ligeledes lejlighedsvis nævnet, at Bakterier kan vænnes til ellers ugunstige Næringssubstrater, til højere eller lavere Temperaturer eller stærkere Koncentrationer af Antiseptika end almindeligt. Det er saaledes lykkedes Dieudonné at faa Miltbrandbakterien til at trives udmærket ved henholdsvis 10° og 42°.5, der ellers er meget ugunstige for den. Kossiakoff har faaet Bakterier til at taale følgende Stigninger af Antiseptika:

	‰ Borax	‰ Borsyre	‰ Sublimat
Bacillus subtilis	fra 11—18	fra 9—11	fra 0.07—0.10
Bacterium anthracis . . .	- 4— 7	- 6— 8	- 0.05—0.07
Bacillus (Tyrothrix) tenuis	- 16—21	- 9—11	- 0.10—0.17

Her er naturligvis i og for sig ogsaa Tale om erhvervede arvelige Egenskaber, da en Kultur jo repræsenterer talrige Generationer af Bakterier; men disse erhvervede Karakterer er dog i Reglen saa løst fæstnede, at de hurtigt tabes, naar Livskaarene igen bliver normale.

3. Af mere dybtgaaende Art er de Variationer, der beror paa Karakterer, der erhverves under ekstreme ydre Forhold, derefter nedarves paa Afkommet og fæstner sig saaledes, at der ikke finder Tilbageslag Sted, naar Bak-

terierne igen kommer under normale Livskaar. Den første Iagttagelse i den Retning hidrører fra Pasteur, der (1879) tilfældig fandt, at 'en gammel Kultur af Hønsekolerabakterier, der havde henstaaet under Iltens Adgang, havde mistet en Del af sin Virulens og forblev svækket selv efter Indpodning i modtagelige Dyr, saa at den kun fremkaldte et meget svagt Udbrud af Sygdommen. Senere er der gjort ikke saa ganske faa Opdagelser af den Art, efter en systematisk Undersøgelse af Midlerne til at fremkalde de nye Egenskaber.

a. Ved Tilsætning af Antiseptika til Kulturer fik Wasserzug dannet Racer af *Pseudomonas pyocyanea, syncyanea* og *Bac. prodigiosus,* der havde mistet Evnen til at danne deres respektive Farvestoffer. Ved Indvirkning af Bakteriernes egne Stofskifteprodukter sker sligt hyppigt i gamle Kulturer.

b. Varmens Indflydelse. Pasteur fik dannet arveligt avirulente Miltbrandbakterier ved under Iltens Adgang at dyrke dem i nogle Uger ved 42°—43°; men her kan Virulensen dog meget langsomt genvindes ved Dyrkning ved en gunstigere Temperatur. Charrin & Phisalix fik dannet farveløse Racer af *Pseudomonas pyocyanea*, naar de dyrkede den ved 42.5°, Schottelius ligeledes af *Bac. prodigiosus* ved 37°.

c. Lysets Indflydelse. Om Lysets Indflydelse paa Pigmentdannelsen foreligger der meget interessante Undersøgelser af Laurent over *Bacillus Kiliensis,* der f. Eks. paa Kartofler danner en overdentlig smuk og kraftig rød Farve. Udsættes en saadan Kultur for direkte Sollys nogen Tid ved 33°, mister den Evnen til senere at danne Farvestoffet selv i Mørke og ved lavere Temperaturer. 32 Omsaaninger paa Kartofler ved 15°—35° gav stadig kun farveløse Kulturer, og i forskellige flydende Substrater (Pepton, Sukker osv.), der ellers hører til de gunstigste for Farvestofdannelsen, udeblev denne, skønt Bakterierne i ingen anden Henseende (morfologisk eller i Formeringsevne) afveg fra de oprindelige farvede Former. Sammen med Lyset spiller dog ogsaa Temperaturen en Rolle her. Ved Udsæd fra en farveløs

Bouillonkultur over paa Kartofler ved lav Temp. (18°) kunde Farven vende tilbage, medens dette ikke skete ved 35°. En Koloni, der var »født« farveløs ved høj Temp. (35°), blev ikke farvet, hvis den anbragtes ved 18°, og omvendt: en ved 18° født farvet, blev ikke farveløs ved 35°.

d. Passage gennem mere eller mindre modtagelige Dyr kan enten forøge eller svække patogene Bakteriers Virulens. Saaledes fik Pasteur særlig kraftigt virulente Racer af Svinerødsygebakterien ved Passage gennem Duer.

e. Andre Mikroorganismers Nærværelse kan enten svække eller forhøje Gæringsevne, Virulens o. l. eller fremkalde helt nye Egenskaber. Bakterier, der ellers ikke er patogene, kan blive det herigennem. Se herom Afsn. om »Symbiose og Antibiose«, pag. 156—58. —

Hvad vi saaledes har opnaaet af Race- eller Varietetsdannelse ved Kunst, udføres tildels ogsaa af selve Naturen, der jo virker ved de samme Faktorer som vi i vore Laboratorieforsøg (ekstreme Temperaturer, daarlige Substrater osv.). Og hvilken Rolle de »indre« Aarsager, Cellens egen Tendens til at variere, dens Variabilitet, spiller i alle de her nævnte Tilfælde, derom ved vi intet sikkert. De epidemiske Sygdommes forskellige Hæftighed efter Lokalitet, Aarstid m. m. samt Periodiciteten heri paa samme Lokalitet, alt det tyder paa, at der i Naturen findes og stadig dannes »naturlige« Varieteter med større eller mindre Virulens.

Et Spørgsmaal af den allerstørste Interesse er, om de paa disse forskellige Maader dannede Racer eller Varieteter nu ogsaa er blivende og ikke efter en vis Tids Forløb falder tilbage til Stamformen igen. I nogle Tilfælde holder de nye Karakterer, som vi har set, sig kun en Tid eller kan under bestemte ydre Kaar bringes til atter at forsvinde. I andre Tilfælde er dette sidste ikke lykkedes. Men heraf er vi dog ikke berettigede til at slutte, at det ikke vil kunne ske; ti for det første spænder vore Erfaringer over alt for korte Tidsrum, dernæst kender vi ikke de mulige Faktorer, der kunde bevirke et Tilbageslag, og endelig er der en Mulighed for, at vore Racer var Resultater af et naturligt Udvalg mellem forskelige Celler, af hvilke netop de udvikles videre, der

besidder (eller mangler) den Egenskab, man har villet fremkalde eller udelukke. Man er nemlig i slige Forsøg aldrig, som Em. Chr. Hansen i hans mesterlige Undersøgelser over Gærsvampenes Variationer under ydre Faktorers Indvirkning, gaaet ud fra den enkelte Celle som Stamform til en Koloni.

Men at klare Bakteriernes Variationer, baade de morfologiske og de fysiologiske, hører til de allervigtigste Spørgsmaal indenfor Bakteriologien, af dem man ikke kan komme uden om ved nogen virkelig eksakt videnskabelig bakteriologisk Undersøgelse.

TREDJE KAPITEL.

UDBREDELSE, FOREKOMST OG BETYDNING.

Som Følge af Bakteriernes Lidenhed, de talrige Arter, som findes af dem, deres hurtige Formering, deres meget forskelligartede og ofte saa yderst beskedne Livskrav, de ekstreme Kaar, under hvilke de kan trives eller i hvert Fald til en Tid friste Livet, deres mangesidige Livsytringer og heriblandt navnlig deres Evne til at fremkalde gennemgribende Omdannelser af organiske Stoffer og dødbringende Sygdomme for Dyr og Mennesker (tildels ogsaa for Planter) — som Følge af alle disse Ting er det paa Forhaand givet, at Bakterierne ikke alene maa kunne være overordentlig almindelig udbredte, men at de ogsaa maa spille en uhyre vigtig Rolle i hele Naturens Husholdning. Vi kan derfor her ikke ganske forbigaa disse Sider af deres Naturhistorie, skønt de nærmere Detailler hører hjemme i den specielle og anvendte Bakteriologi.

§ 1. Udbredelse og Forekomst.

Vil man undersøge, hvilke og hvor mange Bakterier der findes i et bestemt Medium (Jorden, Luften, Vandet osv.) eller paa og i levende Væsener, paa livløse Genstande som Instrumenter, Klæder, Husgeraad o. l., gælder det først om at faa dem indsamlede paa rette Maade, saa at ingen undviger. En direkte mikroskopisk Undersøgelse med tilhørende Farvninger vil herefter kun i de færreste Tilfælde give tilfredsstillende Resultater. Derimod maa man se at faa Bakterierne til at vokse og danne Kolonier, og dette saaledes, at de enkelte Kim bliver adskilte og danner hver sin Koloni. Hertil er i Reglen en — ofte vidtgaaende — Fortynding nødvendig,

hvorefter Bakterierne spredes paa et fast og gennemsigtigt Substrat, fra hvilket man igen kan isolere de enkelte Kolonier og tælle, hvor mange der dannes af disse. Til denne Udsæd anvendes nu næsten altid den Kochske Gelatinespredningsmetode i en eller anden Modifikation. Efter Bakteriernes højst forskellige Krav til Næringsstoffer maa Substratets Sammensætning og kemiske Reaktion varieres; man maa ligeledes dyrke ved forskellige Temperaturer, variere Iltspændingen og muligvis helt udelukke den frie Ilt[1] osv. — Kort sagt, det gælder om at imødekomme alle tænkelige Formers forskellige Livskrav, saa det i Virkeligheden er en saare vanskelig og indviklet Sag at anstille omhyggelige Undersøgelser af den Art. Men af Hensyn til den store Betydning for den almindelige Hygiejne, som Spørgsmaalet om Bakteriernes Udbredelse og Forekomst har, er der til dets Løsning udarbejdet en meget omhyggelig og vidtløftig Metodik, hvis Detailler vi ikke her kan komme ind paa[2].

Det maa dog siges, at trods det store og omhyggelige Arbejde, der er anvendt herpaa, rummer Metoderne saa mange Fejlkilder, som Forskerne ikke altid har set, at de vundne Resultater ofte lider af stor Usikkerhed. Man gør derfor bedst i ikke at lægge alt for megen Vægt paa de Tal, der angives, uden for saa vidt de kan bringes i fornuftig Overensstemmelse med, hvad man af andre Grunde maa anse for det sandsynligste, og navnlig maa man have in mente, at der meget vel kan findes Bakterier, hvor det ikke er lykkedes at paavise dem, fordi man maaske ikke har opfyldt alle de Krav, de paagældende Arter stiller for at vokse frem og danne Kolonier. Negative Resultater er især ofte usikre, og særlig, naar de gælder Undersøgelsen af saadanne Lokaliteter som store Havdybder, bestemte Lag i Jorden (se pag. 220) o. l., hvor der muligvis findes Bakterier, der stiller helt andre Krav til Milieuet end de sædvanlige. Vi

[1] Til Paavisning af Anaërobionter maa der ofte anvendes ganske særlige Metoder.

[2] Men alt herhen hørende vil man finde indgaaende behandlet i *Salomonsen: Bakteriologisk Teknik,* III Udg. 1894. Kap. VII—VIII p. 70—122 og Kap. XIV p. 212—242.

skal saaledes minde om, hvor vanskeligt det var at paavise Nitrifikationsbakterierne, af hvilke de nitritdannende Arter jo slet ikke trives paa almindeligt organisk Substrat (se pag. 93—94). Først da Winogradsky fandt paa at anvende den uorganiske Kiselsyregelatine som Næringsbund, lykkedes det at rendyrke dem.

Da Bakterierne hovedsagelig lever af organiske Stoffer, og de er i Stand til at udnytte (som Næring) næsten alt, hvad der findes deraf paa Jordens Overflade og i Vandet, er deres Udbredelse paa den ene Side nøje knyttet til andre levende Væseners; hvor vi ser organisk Liv, vil vi derfor ogsaa næsten altid kunne vente at finde Bakterier. Men paa den anden Side er deres Udbredelse ikke indskrænket hertil. Ti paa Grund af deres ofte utrolig store Modstandskraft mod skadelige ydre Forhold og deres Evne til i Hviletilstande (som Sporer o. l.) eller udtørrede, indefrosne o. s. fr. at opretholde Livet i længere Tid uden at vokse og formere sig, kan de midlertidigt tage Ophold paa Steder (f. Eks. i Luften eller klæbede til Genstande, der ikke byder dem nogen Næring), hvor der ikke kan være Tale om Vækst og Formering. Dette gælder selv saadanne Former som flere af de obligate Parasiter, der fordrer ganske eksklusive Livskaar for at trives; ogsaa de kan findes som tilfældige Gæster og Rejsende paa Steder, hvor de slet ikke hører hjemme. Bakterierne i Almindelighed er derfor fremfor nogen anden Gruppe af Organismer i Ordets bedste Forstand Kosmopoliter, og hvor Livskaarene ikke er særlig ugunstige, som i vore Himmelstrøg, findes de saa godt som allevegne ved Jordens Overflade, idet de føres rundt med Luften og Vandet (se senere).

Hvad Bakteriernes **geografiske Udbredelse** angaar, er vor Viden endnu ifølge hele Sagens Natur kun brudstykkeagtig, da der i mange Egne af Jorden slet ikke er anstillet bakteriologiske Undersøgelser og den langt overvejende Del af disse er anstillede i Mellemevropa.

Der maa her skelnes mellem Bakterielivet i Almindelighed og de enkelte Arters Udbredelse, da der naturligvis er en ret stor baade kvantitativ og kvalitativ Forskel mellem Jordens forskellige Egne, navnlig mellem Troperne og de

arktiske Regioner. Hvor de gunstigste Forhold med Hensyn til Temperaturen og Fugtigheden findes, vil Bakterievegetationen ogsaa være frodigst; men rimeligvis har en Række andre fysiske og meteorologiske Forhold Indflydelse paa den. Enkelte Bakteriearter som f. Eks. den gule Febers Bakterie har kun en begrænset geografisk Udbredelse. Andre bliver Kosmopoliter, fordi de føres omkring med Menneskene og er i Stand til at læmpe sig efter forskellige Naturforhold; og desuden bidrager Vindene, Floderne og Strømme i Havet til Udbredelsen af mange Arter.

Man maa da paa Forhaand vente at finde den frodigste Bakterieflora i Troperne og den fattigste i de arktiske Egne. Paa det første Sted er den saa yppig, at det vil vare længe, inden vi rigtig lærer den at kende, og vort Kendskab til Polaregnenes Bakterieliv er derfor ogsaa for saa vidt mere indgaaende. Da dette sidste Spørgsmaal har en ikke ringe baade praktisk og teoretisk Interesse, skal vi lidt nærmere omtale Resultaterne af de Undersøgelser, en svensk Læge, Dr. Levin, anstillede paa Nathorst' Ekspedition til Spitsbergen i 1898.

Den arktiske Luft var overordentlig fattig om ikke fuldstændig fri for Bakterier. I c. 20 Forsøg, anstillede paa forskellige Lokaliteter, fandt Levin kun en eneste Gang (og dette var ombord paa Ekspeditionens Skib) Bakterier (3 Kolonier), skønt han til hvert Forsøg filtrerede gennemsnitlig 1000 Liter Luft, ialt 21.600 Liter. (Der fandtes derimod ofte enkelte Kolonier af Skimmelsvampe). Denne Fraværelse af Bakterier i Luften sætter han i Forbindelse med det velkendte Faktum, at Folk i Polaregnene ikke bliver forkølede eller hjemsøges af andre lignende Svagheder, som vi her stadig har at kæmpe med. — Derimod fandt han i Sne, Is og Vand paa Landjorden (Floder og Gletschervand) altid Bakterier, som Gennemsnit af 78 Forsøg c. 1 Kim paa 11 cc Vand (eller smeltet Is og Sne); Sneen indeholdt forholdsvis flest. Overfladevandet i Havet forholdt sig paa samme Maade, men mod Dybet steg Antallet af Kim. I Vand fra 25 Meters Dybde paa + 3° fandt han i 60 cc. 15 Kim, og Vand fra 2700 Meters Dybde gav, skønt det

holdt en Temperatur af ÷ 1°.5, i 5·1 cc. 39 Kolonier, hvoraf 29 var runde og hvide, og 10 »smeltede« Gelatine. Af disse Dybhavsformer var 3 Arter Spiriller de hyppigste. Men alle hans talrige Forsøg paa at finde Anaërobionter gav negative Resultater. — Tillige undersøgte han Indvolde og Ekskrementer fra flere Dyr (Isbjørne, Sæler, Hajer, Edderfugle, Pingviner, Fregatfugle, Maager, Tejster, Søpindsvin, Aktinier, Rejer) og fandt flere af disse absolut sterile. Kun i en Isbjørn og en Sæl fandtes konstant en Bakterie, der mindede om Coli, og en hvid Maage havde ogsaa altid en bestemt Art i sine Indvolde. Ligesaa kunde der hos næsten alle (de lavere) Sødyr konstateres enkelte Bakterier. — Paa disse sidste Resultater om Dyrenes Indhold af Bakterier bør man dog vistnok foreløbig ikke lægge for megen Vægt paa Grund af Vanskelighederne ved at anstille slige Undersøgelser med de Hjælpemidler, der staar til Disposition paa et Ekspeditionsskib, som ikke er særlig udrustet med dette Formaal for Øje. Men Spørgsmaalet har en overordentlig stor almindelig videnskabelig Interesse.

Lignende Naturforhold som i Polaregnene vil man finde paa høje Bjærge og Højsletter. Det har da sin Interesse, at bl. a. L. Schmelck er kommen til lignende Resultater som Levin ved en Undersøgelse af Bakterielivet paa Jostedalsbræen i Norge, en stor sneklædt Højslette paa 1600 □-Kilometer og beliggende c. 2000 Meter over Havfladen. Han har ingen Luftanalyser anstillet men angiver nedenstaaende Tal for Gletschervand og smeltet Sne; af den sidste smeltede han 1 Liter og tog herfra Gennemsnitsprøver. Forsøgene anstilledes paa Stedet den 18—19. Juli 1888. Resultaterne var følgende:

	Temp.	Antal Bakteriekolonier pr. cc.
I Flodvand 5 Kilom. fra Gletscheren	10°	170 og 200
- — 50 Meter - —	2°	4 og 6
- Sne fra 1800—2000 Meters Højde		2

Næsten alle Kolonier syntes at hidrøre fra en bestemt Art, der stod *Pseudomonas fluorescens* nær. Skønt Sneen altsaa var meget fattig paa Bakterier, indeholdt den dog ikke ringe

Mængder af organisk Stof (Rester af Plantedele og Insekter), hvorfor der ogsaa fandtes flere andre Organismer paa den (*Sphaerella nivalis*, Mucedineer og Gærsvampe). Men da den paa Grund af den lave Temperatur ikke frembyder noget gunstigt Substrat for Bakterieliv og vel hovedsagelig faar sit Indhold deraf fra Luften, kan man nok gaa ud fra, at denne sidste oppe paa den øde Højslette er meget fattig paa Bakterier. — Lignende Resultater er vundne fra høje Bjærge i Frankrig og Schweitz (Pasteur).

Meget interessant vilde det være at faa paalidelige Oplysninger om Bakteriernes Udbredelse i Havene, men herom vides ikke meget ud over Forekomsten af Lysbakterierne (se pag. 169). B. Fischers Angivelser bl. a. fra Atlanterhavet kan der ikke tillægges stor Værdi paa Grund af det ensartede Næringssubstrat (Fiskebouillon-Pepton-Gelatine), han stadig anvendte. Han fandt, at der ved Kysterne og paa de Steder, hvor der er det rigeste Plante- og Dyreliv (f. Eks. Sargassohavet), ogsaa hersker det frodigste Bakterieliv, og dette er der ingen Grund til at betvivle. Men naar han i Slamprøver fra Havbunden i fra 1500—5250 Meters Dybde, hvor Vandet havde en Temp. af 2°—5°, og der var ophobet ikke saa ringe Mængder af døde Dyr og Planter, ikke har fundet Bakterier eller i hvert Fald kun ganske faa, beror dette sikkert paa Fejl i hans Forsøgsanstilling. Det stemmer i hvert Fald ikke overens med Levins og andre Forskeres (Russel's) Resultater.

Russel anstillede Undersøgelser dels ved den biologiske Station i Neapel, dels ved Woods Holl i det atlantiske Hav ud for Massachusetts. Han fandt, at alle Lag i Vandet fra Kysten til 20 Mile derfra var stærkt bakterieholdige (gennemsnitlig 10—150 Kim pr. cc), og de dybere Lag var ofte lige saa righoldige som Overfladevandet. Og dernæst fandt han, at Slammet paa Havbunden allevegne, hvor han optog Prøver, paa indtil 100 Mile fra Kysten, var meget rigt paa Bakterier. Ved Neapel var der f. Eks. i en Dybde af 150 Fod 200—300,000 Kim pr. cc, paa 700 Fods Dybde c. 25,000 og herfra indtil 3500 Fod konstant det samme Tal. De Arter, der fandtes, var forholdsvis faa og tildels de samme ved Italiens og Amerikas Kyster. De »smeltede« i Reglen Gela-

tine, var udpræget aërobe, og flere var i Stand til at reducere Nitrater til Nitriter.

Blandt de for Havet karakteristiske Bakterier maa særlig nævnes de lysende Arter (se pag. 169) og de mange Svovlbakterier, der trives vel paa lave Kyster. —

Vi gaar da over til at drage Grundridsene af Bakteriernes Fordeling paa de Steder af Jorden, hvor den er bedst kendt, nemlig de Dele af Evropa, der har været Centrerne for den bakteriologiske Forskning i den sidste Menneskealder. Her blev man snart klar over Bakteriernes gennemgribende Betydning for den almindelige Hygiejne, for hvilken det særlig galdt at opklare Forekomsten af de patogene Former, deres Maade at leve og udbrede sig paa udenfor den levende Organisme. Ti det viste sig jo nemlig, at flere af de specifike Sygdomsvækkere ofte kun var lejlighedsvise Snyltere, og at selv de obligate Parasiter paa Grund af deres Modstandskraft mod ydre skadelig Indvirkning i længere eller kortere Tid kunde opretholde Livet ude i Naturen (se p. 127—28). Og da man endvidere opdagede Bakteriernes Betydning for de organiske Stoffers Mineralisering i Jordbunden og Vandet (særlig Kloakvandet), blev det tillige en Opgave for Agrikulturkemien at klarlægge deres Fordeling i disse Medier. Af det overvældende Materiale, der i den Anledning er fremdraget, kan vi dog her kun anføre ganske enkelte Data af mere almindelig Interesse.

Jorden er for Bakterierne som for de fleste andre Planter det store naturlige Substrat, hvori Størstedelen til Stadighed vokser og trives, og kun undtagelsesvis er enkelte Former tilpassede til en anden Næringsbund, som de specifike »Vandbakterier« og de obligat-parasitiske Former. Dette udelukker ikke, at de fleste Arter paa Grund af deres store Plasticitet kan bringes til særlig frodig Vækst og Formering under andre Forhold end dem, Jorden sædvanlig byder dem, paa samme Maade som de fleste »vilde« Planter lader sig kultivere eller dyrke i Drivhuse. Princippet er i begge Tilfælde det samme: at beskytte dem mod andre Arters Angreb ved Dyrkning i Renkulturer. — Næsten alle de Bakterier, vi finder i Luften (se senere), saavel som de fleste af dem, der

optræder i Vandet, har deres naturlige Voksested i Jorden og kommer kun lejlighedsvis, ved Indtørring eller Udvaskning, over i de andre Medier.

Ganske naturligt har Jordbundens kemiske og fysiske Beskaffenhed, Niveauforholdene og dermed Belysningen, dens Bevoksning eller Benyttelse til andre Øjemed (til Bebyggelse, som Lossepladser osv.), dens Nærhed ved særlige Arnesteder for Bakterieudvikling (Møddinger, Kirkegaarde o. l.) og mange andre Forhold Indflydelse baade paa Kvantiteten og Kvaliteten af dens Bakterieindhold. Hvor ikke særlige Omstændigheder kommer til, vil der altid være en ligefrem Proportionalitet mellem Jordens Indhold af organisk Stof og af Bakterier, saa man vil heraf i Almindelighed let kunne slutte, hvor man kan vente at finde det rigeste Bakterieliv. Det siger da ogsaa sig selv, at aërobe Former kun trives, hvor der er rigelig Adgang af Ilt (nær ved Overfladen eller i særlig porøse Jorder), medens de anaërobe Former vil være de fremherskende i dybere Lag, paa sumpede Steder, hvor Jorden bliver »sur« osv.; at thermofile Arter bedst trives, hvor Jorden opvarmes af direkte Sollys, eller andre Bakterier fremskaffer en naturlig høj Varme ved Gæringsprocesser o. l., ligesom de Former, — og dette gælder vist de fleste —, der er særlig følsomme mod Lysets dræbende Indflydelse, ikke vil være at finde i det alleroverste Lag af direkte belyst Jord. I Reglen vil der da findes de fleste Bakterier i Laget umiddelbart under Overfladen, i 1—2 Ctm.'s Dybde, og Antallet vil være aftagende mod Dybden (dog med forskellige mærkelige Svingninger) indtil 3—4—5 Meter, hvorfra Jordbunden næsten altid er bakteriefri. Alle Variationer i Jordens Beskaffenhed vil selvfølgelig ogsaa have Variationer i Bakterieindholdet til Følge, og en meget vigtig Faktor i saa Henseende er da Aarstiderne med deres forskellige Temperaturer, Belysnings- og Fugtighedsforhold.

Fränkel fandt paa forskellige Lokaliteter i Berlin følgende Antal Kim pr. Kubikcentimeter:

	I Havejord	I bebygget Jord
i 0.0 Meters Dybde	450.000	160.000
- 0.5 —	300.000	40.000

	I Havejord	I bebygget Jord
i 1.0 Meters Dybde	150.000	10.000
- 1.5 —	80.000	—
- 2.0 —	200.000	6.000
- 2.5 —	700	—
- 3.0 —	100	100

Paa en ubeboet med Skov bevokset Høj, Pfingstberg, i Omegnen af Potsdam fandtes:

	27. Maj	15. Juni	3. Novbr.
i 0.0 Meters Dybde	150.000	140.000	55.000
- 0.5 —	200.000	145.000	75.000
- 1.0 —	2.000	1.000	7.000
- 1.5 —	15.000	500	200
- 2.0 —	2.000	0	100
- 2.5 —	500	0	0
- 3.0 —	3.000	700	1.500
- 3.5 —	0	700	50
- 4.0 —	0	150	0
- 4.5 —	100	100	0

Hvorledes der, som det fremgaar af ovenstaaende Tal, mellem bakterieholdige Lag kan være Lag, i hvilke man ingen Bakterier finder, er der hidtil ingen fyldestgørende Forklaring givet paa; og da dette er et ret hyppigt Fænomen, er der Grund til at tro, at Forklaringen maa søges i Mangler ved de anvendte Forsøgsmetoder (se ovfr.) De anførte Tal maa naturligvis ikke tages som almengyldige. De kan paa andre Lokaliteter være baade meget større — man har talt Millioner Kim pr. Kubikctm. — og meget mindre, ligesom Variationerne m. H. t. Dybden og Aarstiderne kan være ganske forskellige fra de anførte.

Hvad Kvaliteten af Bakterielivet i Jorden angaar, vil man som sagt kunne finde næsten alle mulige Former. Her findes hele den store Skare af Saprofyter, saavel mere indifferente Arter som f. Eks. *Bac. subtilis*, *Bac. ramosus* og talrige Pigmentbakterier som specifike Gæringsorganismer, kort sagt, alle de Former, der besørger den nedbrydende Del af Kulstoffets og Kvælstoffets Kredsløb (se senere). Men der

findes ogsaa Arter, der besørger de modsatte Processer, som Nitrifikationsb. (Kulsyreassimilation), Bælgplanternes Knoldb. og *Clostridium Pasteurianum* Winogradsky, der binder det frie Kvælstof, og rimeligvis en Række andre ukendte Former, som det hidtil ikke er lykkedes at dyrke paa kunstigt Substrat. Nogle thermofile Arter hører ogsaa til de saakaldte »Jordbakterier« (Globig, se pag. 123). — Særlig vigtigt er det naturligvis at vide, hvilke patogene Arter Jorden huser, og blandt saadanne maa nævnes: af dem, der til Stadighed kan leve og trives i Jorden, særlig Miltbrand, Miltbrandsemfysem, Stivkrampens og det maligne Oedems Bakterier; af dem, der kan forekomme som lejlighedsvise Gæster, pyogene Arter, Tyfus, Difteri, Kolera m. fl.

Vandet er for saa vidt et naturligere Substrat for Bakterier, som de fleste af disse trives bedst i flydende Medier, men da det paa den anden Side i Almindelighed er langt fattigere paa organiske Stoffer end Jorden eller i hvert Tilfælde hurtigt bliver det, fordi netop Bakterierne omdanner organiske Stoffer til uorganiske, vil det kun forbigaaende kunne være særlig rigt paa disse Organismer undtagen paa Steder, hvor der til Stadighed sker Fornyelse af organisk Stof, som ved Kloakudløb, i Nærheden af store Byer, hvor der ophobos mange døde Dyr og Plantedele o. l. De naturlige Vande faar stadig Tilgang af Bakterier fra Jorden og Luften. Den Del af Regnvandet, der søger til Floder og Søer langs Jordens Overflade, river en Mængde af de der levende Bakterier med sig, og fra Luften drysser de ifølge Tyngdekraften ned paa de frie Væskeoverflader og holdes fast af disse, naar de først er komne i Berøring dermed. Mange af de Former, der saaledes »ufrivilligt« tilføres Vandet, frister ogsaa kun til en Tid Livet her og dør dels ved Næringsmangel, dels under Sollysets Indflydelse og dels ved Indvirkning af andre for dem skadelige Paavirkninger, der ikke alle er fuldt opklarede. Denne sukcessive Udtynding af Bakteriemængden i de naturlige Vande har man kaldt disses »Selvrensning« og tillagt Sollyset en særlig stærk Indflydelse herpaa (Buchner, se p. 137); men sikkert har mange andre Faktorer Indflydelse, foruden at en stor Mængde

Kim simpelthen efterhaanden bundfældes uden just straks at gaa til Grunde. Naar f. Eks. Floderne forlader store Byer, er deres Rigdom paa Bakterier i høj Grad forøget, men i nogen Afstand fra Byen forsvinder de fleste af disse igen. Tilbage bliver saa de egentlige »Vandbakterier«, ɔ: saadanne Former, der til Stadighed trives bedst i Vandet, idet de er meget nøjsomme med Hensyn til organisk Næring og mere modstandsdygtige mod de Paavirkninger, for hvilke de andre Former bukker under.

Hvor vekslende Vandets Indhold af Bakterier kan være, vil fremgaa af nogle Tal. Koch fandt (1883) i Berlins Kanalvand, der modtager Tilløb fra Kloaker, 46—50 Millioner Kim pr. Kubikctm., men efter Overrisling var Antallet sunket til c. 40,000; i de Drænrør, der tilsidst fører det bort, kunde Antallet variere mellem 460 og 74,000 Kim pr. cc. Miquel fandt (1889) i Paris' Kloakvand 11 Millioner Kim pr. cc., men efter at det havde passeret Overrislingsanlægene, kun 580—47,530. Lige før Donaufloden løber ind i Wien, indeholder den 176—570 Kim pr. cc, men ved Elisabeths- og Radetzkybrücke et utælleligt (?) Antal (Kowalski 1888). I Spreefloden har man før dens Indløb i Berlin talt 6140, efter dens Udløb 243,000 Kim pr. cc. — Naturligvis er Bjærgfloder i Reglen langt fattigere paa Kim. Saaledes indeholder efter Schmelck Kristianias Drikkevand, der kommer fra et ubeboet Distrikt 160 Meter over Havet (Mariedalsvandet) under normale Forhold kun 10—60 pr. cc, efter at det har passeret en 6 Kilometer lang, lukket Ledning, og i Rhonen har man i Schweitz fundet fra 24—75 Kim pr. cc. — Søerne er gennemgaaende ogsaa forholdsvis fattige paa Kim, men disses Antal retter sig dog i høj Grad efter Til- og Afløb, Dybdeforhold, Beliggenhed osv. Fol og Dunant fandt i Genfersøen 30, Cramer i Vierwaldstädtersøen i Dybden 8, nær Overfladen 51; i Zürichersøen 57—548 Kim pr. cc[1].

Da Jorden, som før nævnt, med Dybden bliver mere og mere fattig paa Kim og forholdsvis hurtigt aldeles kimfri, fordi Bakterierne ved Filtration holdes tilbage af de øverste

[1] De fleste af de her anførte Tal er laante fra *H. A. Nielsen: Om Bakterier i Drikkevand.* Kbh. 1890.

Jordlag, er Grundvandet som Følge heraf ogsaa enten kimfattigt eller kimfrit, alt efter Dybdeforholdene og Jordens Beskaffenhed. Det samme gælder derfor ogsaa Kilde- og Brøndvand. Gennemgaaende hører Kildevandet til det reneste og sundeste Drikkevand. Naar Brøndvand ofte faar ilde Lugt og Smag eller endogsaa bliver farligt for Sundheden, kan dette have flere Aarsager. For det første kan det ligge i Forhold, der intet har med Bakterier at gøre, men som oftest er disse dog Aarsagen hertil, fordi Brønden stadig forurenes med dem, enten ved at den er aaben, saa Luftens Kim har uhindret Adgang, eller ved at den befinder sig i for stor Nærhed af Møddinger, Affaldspladser, Kirkegaarde o. l., hvorfra der siver Urenheder ned i den. Og forsynes den saaledes rigeligt med organiske Stoffer, er der intet i Vejen for, at Forraadnelsesbakterier og visse patogene Arter kan trives og holde sig i længere Tid i den. — I større Byer med tidsvarende Vandforsyning renses Drikkevandet nu altid gennem Filtre for sit Bakterieindhold. Dog faar det altid i Ledningerne Tilgang af nye Kim, men disse er under normale Forhold af ganske uskadelig Art, saa at selv et stort Bakterieindhold ikke behøver at rumme nogen Fare for Vandet i sanitær Henseende.

I Regnvand, Sne, Hagel og Dug findes der ogsaa Bakterier, der udvaskes af Luften, og hvis Antal retter sig efter dens Indhold deraf. Jo længere Regnen og Snevejret varer, des ringere bliver Bakterieindholdet, fordi Luften efterhaanden bliver helt renset. Ganske kuriøst er det, at Bujwid i et Hagel af 5 ctm.'s Længde og 3 ctm.'s Tykkelse efter gentagne Afvaskninger med sterilt Vand fandt 21,000 Kim pr. cc Smeltevand.

Blandt Vandets stadige Beboere findes en Række oftest bevægelige Stave og Spiriller, hvoraf nogle interessante Pigmentbakterier som *Bacillus Kiliensis*, *Pseudomonas Berolinensis*, *Spirillum rubrum* o. fl. Af patogene Former kan Tyfus og Kolera i længere Tid holde sig i Live i Vandet.

Luftens Bakterier hidrører som nævnt næsten alle fra Jorden. Ingen af dem kan vokse eller formere sig i Luften, der kun kan blive et lejlighedsvist og foreløbigt Opholdssted

for dem, naar de i Dvaletilstande, indtørrede eller som Sporer, hvirvles op med Støv eller paa lignende Maade og holder sig svævende kortere eller længere Tid paa Vejen fra et Næringssubstrat til et andet. Frie, rolige Væskeoverflader afgiver ingen Kim til Luften, ej heller ubrudte faste og navnlig fugtige Genstande. Kun naar Vand sprøjtes eller skummer op og fordamper med det samme, kan der følge Kim med, der bliver i Luften, og fra Jorden er det hovedsagelig, naar den indtørrer, at de frigøres med Støvet. Derefter kan Luftstrømninger og Vinde føre dem viden om, men før eller senere naar de dog igen ifølge Tyngdekraften Jordens Overflade. Hvor vidt de da er spiredygtige, afhænger af deres Modstandskraft mod Udtørring og Lys og den Tid, de har været udsatte herfor.

Som Følge af disse Forhold vil Luftens Indhold af Bakterier være meget forskelligt paa forskellige Lokaliteter og til forskellige Aarstider. I stillestaaende Luft falder alle Kim efterhaanden til Jorden, og Luften i lukkede Rum bliver af den Grund kimfri. Efter længere Tids Tørke og urolig Luft vokser Kimmængden stærkt, og, alle Forhold ellers lige, er den størst i Luften over befærdede Gader og Veje, som faar Lov at indtørre (Gadevandingens Nytte bestaar hovedsagelig i at fastholde Kimene ved Jorden) eller paa saadanne Lokaliteter, der netop er Arnesteder for et rigt Bakterieliv. Medens man f. Eks. i det Fri har talt 10—15 Bakteriekim pr. 100 Liter Luft, har man i Hospitalsluft fundet fra 30—110 Kim i samme Rumfang. Oppe paa høje Bjærge, ude over de store Have eller inde over Ørkener, hvor der i længere Tid er Vindstille, o. l. St. kan Luften være ganske kimfri (sml. den arktiske Luft pag. 215).

Ligesom Kvantiteten kan naturligvis ogsaa Kvaliteten af Luftens Bakterier være forskellig. Enkelte Former taaler ikke den Udtørring, der er en nøvendig Betingelse for deres Transport over i Luften, saa praktisk set har det kun Interesse at vide, hvilke spiredygtige Kim der kan findes. Størst Betydning har de almindelige Gæringsorganismer, der med Luften indfinder sig allevegne og bevirker, at vore Fødemidler ikke vil holde sig, og at alt organisk Stof, der hen-

ligger frit uden særlige Forholdsregler, ved en passende Temperatur og Fugtighedsgrad efterhaanden bliver omdannet til uorganisk Stof. Vi vil da blandt Luftkimene almindeligt finde f. Eks. Smørsyre-, Mælkesyre- og de almindelige Forraadnelsesbakterier, en Række farvestofdannende Arter og mange »indifferente« Former som *Bacillus subtilis* o. fl. Men ogsaa farlige patogene Arter som Tuberkulose, Difteri og Tyfus kan i længere eller kortere Tid holde sig spiredygtige og virulente i Luften (se pag. 127—28), og sandsynligvis er det ad denne Vej, at visse Epidemier, som Influenzaen, faar deres Udbredelse.

Luftens Bakterier finder selvfølgelig Vej til vort Legeme under Aandedrættet, og da den Luft, vi udaander, er bakteriefri, maa de være holdte tilbage i Luftvejene, der virker som Filtre. Naar dette dog kun undtagelsesvis har farlige Følger for Sundheden, maa de patogene Bakterier enten paa en eller anden Maade tilintetgøres eller ogsaa kun forholdsvis sjældent forekomme i Luften i virulent Tilstand.

Naar Jorden, Luften og Vandet er saa vel forsynede med Bakterier, som det nu er omtalt, er det givet, at alle de livløse **Genstande** og **levende Væsener**, der befinder sig paa Jorden, heller ikke gaar fri. Det vilde føre altfor vidt her at gaa nærmere ind paa, hvorledes Fordelingen er, og vi skal da nøjes med nogle ganske faa Bemærkninger desangaaende, ogsaa fordi man af det foregaaende selv vil kunne drage Slutninger i saa Henseende. Det siger saaledes sig selv, at alle gode Næringssubstrater uden Sterilisation og Beskyttelse mod Infektion hurtigt vil blive hjemsøgte af utallige Bakterier. Dette gælder frem for noget et saa vigtigt Næringsmiddel som Mælk, der af den Grund desværre altfor ofte er bleven Smittebæreren ved mange farlige Sygdomme. Men selv de Genstande, der ikke byder Bakterierne nogen Næring, bliver behæftede med dem. Af den Grund maa jo Kirurgen omhyggelig rense sine Instrumenter, før han opererer, og man maa være varsom med at benytte Klædningsstykker eller andre Ting, som Folk, der har lidt af smitsomme Sygdomme, har benyttet. Vil man anlægge Renkulturer af Bakterier, maa man ogsaa have alle disse Ting

i Erindring[1], og det er i det hele taget umuligt i det daglige Liv at undgaa Berøringen med utallige Bakterier. Vi selv huser dem ogsaa i Massevis, paa vor Hud og i vor Fordøjelseskanal, undertiden ogsaa — og navnlig under Sygdomme — inde i Blodet og Vævene, da de fleste Betændelser og smitsomme Sygdomme har deres Aarsag i Bakterier. Med Luften og Føden kommer de i vore Lunger og Fordøjelseskanal. Flere Arter har her deres naturlige Voksested og findes der til Stadighed. I Maven gaar de fleste til Grunde ved Indvirkningen af den sure Mavesaft, men i Tarmen optræder de igen i talløse Skarer, hvoraf en Del maaske gør nogen Nytte ved at hjælpe til med Fødens Bearbejdelse, saa at vi maaske lever i en Art Symbiose med dem (se pag. 157).

Der findes da næppe nogen Gruppe af levende Væsener, der er saa almindelig udbredte som Bakterierne.

§ 2. Betydning i Naturens Husholdning.

Fossile Bakterier.

I Overensstemmelse med deres enorme Udbredelse og deres mangfoldige Livsytringer spiller Bakterierne ogsaa en overordentlig betydningsfuld Rolle i Naturen. Vi skal ikke her gaa nærmere ind paa deres Indflydelse paa andre levende Væseners Sundhed, der saa mange Gange i det foregaaende lejlighedsvis er berørt, men hvis nærmere Behandling tilhører Patologien og Hygiejnen, ej heller paa deres Anvendelse i Industri og Landbrug som Kulturplanter, men kun i Korthed drage Hovedtrækkene af deres Delagtighed i de to for Livets Opretholdelse saa vigtige Grundstoffers, Kulstoffets og Kvælstoffets, Kredsløb.

Disse to Stoffer findes i forholdsvis ringe Mængder paa Jorden, idet Kulstoffet udgør c. 0.2 %, Kvælstoffet (incl. Luftens frie N) c. 0.02 % af Jordens samtlige Masse. Men da Størstedelen af dem inddrages som Bestanddele af de levende Væseners Legeme, er det en nødvendig Betingelse for Livets stadige Opret-

[1] Se *Salomonsen: Bakteriologisk Teknik,* III Udg. 1894. Kap. I—V.

holdelse og Fornyelse paa Jorden, at disse Stoffer cirkulerer fra den ene Forbindelse til den anden og efterhaanden kommer i saadanne Tilstande, at de kan optages ɔ: benyttes som Næringsstoffer af Dyr og Planter. I disses Legemer bliver de Bestanddele af de mest komplicerede og efter vore Begreber »højest staaende« Forbindelser, vi kender, nemlig Æggehvidestofferne. Disse kan for nogle Organismer tjene direkte som Næringsstoffer og saaledes vandre fra den ene over i den anden; men for andre, som de grønne Planter, er de i Almindelighed værdiløse, da disse hovedsagelig maa have deres Kulstof- og Kvælstofnæring i uorganisk Form, som Kulsyre og som Nitrater (eller maaske Ammoniaksalte). Naar Æggehvidestofferne da — især efter den Organismes Død, af hvilke de udgør en Hovedbestanddel — ikke længere har Værdi som Næringsstoffer for en stor Gruppe af Organismer, og Kulstoffet og Kvælstoffet dog efterhaanden oparbejdes til Æggehvidestoffer eller lignende Forbindelser (for en stor Del ogsaa Kulhydrater), er det absolut nødvendigt, hvis Jordens Forraad af Kulstof og Kvælstof ikke skal udtømmes, at disse højt sammensatte Molekuler igen nedbrydes i stadig mindre sammensatte og tilsidst bliver til uorganisk Stof.

Dette Arbejde er det, Bakterierne fremfor nogen besørger. Aldrig saa snart er et levende Væsen dødt, før dets Legeme angribes af en Række forskellige Bakterier, der enten hver for sig eller i Forening ved at indlede Gæringer og Forraadnelsesprocesser efterhaanden omdanner det organiske Stof til saadanne uorganiske Forbindelser, som i første Række Kulsyre, Ammoniak og Salpetersyre, der igen kan tjene som Næring for grønne Planter og begynde Kredsløbet gennem Organismerne paany. Jo hurtigere og fuldstændigere disse Nedbrydningsprocesser sker, des frodigere blomstrer Livet, des livligere sker den evige Fornyelse, ved hvilken den ene Organisme afløser den anden, og Kontinuiteten i det organiske Liv opretholdes. Og uden Bakteriernes Medvirkning var dette i vor Naturordning umuligt. Ingen anden Gruppe af kendte Organismer kunde udfylde deres Plads.

Stor Betydning — og maaske større, end vi endnu ved — har Bakterierne ogsaa ved at udføre de modsatte Pro-

cesser: Binding af frit Kvælstof (som Bælgplanternes Knoldbakterier og *Clostridium Pasteurianum* Winogradsky), og Assimilation af Kulsyre (som Nitrifikationsbakterierne). Ved den første Proces inddrages store Dele af det Kvælstof, der frigøres under forskellige Stofskifteprocesser, igen i Kredsløbet, og dette er saavidt bekendt ingen af de højere Planter eller Dyr i Stand til. Kulsyreassimilationen synes de endvidere at iværksætte paa usædvanlig Maade, uden Lysets Hjælp, som ellers er uundværlig for de grønne Planter. Derved bliver Bakterierne uafhængige af andre levende Væseners Eksistens, og det er saaledes rimeligt, at de i Kraft heraf og i Overensstemmelse med deres forholdsvis simple Organisation hører til de første Organismer, der er opstaaede paa Jorden.

Der foreligger forøvrigt ogsaa Iagttagelser for, at Bakteriere har eksisteret i hvert Fald samtidig med de ældste Organismer paa Jorden og allerede den Gang spillet en betydningsfuld Rolle som Gæringsorganismer. B. Renault (1896) har fundet Bakterier overalt, hvor han søgte dem i Forsteninger fra forskellige Jordperioder som fossile Planter, Koproliter og Tænder fra Juralag, Perm, Kulperioden, kulholdige Kridtlag, ja lige fra Devon. Samtidig med Bakterier kunde han, hvor de fandtes i Plantevæv, paavise Destruktionen af disse ved Bakteriernes Indflydelse. Der fandtes saavel Mikrokokker som Stavbakterier af vekslende Størrelser, fra 0.4—12 μ i henholdsvis Diameter og Længde, og i flere kunde der paavises Sporer. I fossile Tænder fandt han Former, der mindede om dem, der endnu den Dag i Dag fremkalder Caries. I Bregnesporangier fandt han en Art, som han kalder *Bacillus Gramma*, der ved sine forgrenede Former minder om Tuberkel- og Difteribakterierne. Den interessante Undersøgelse findes i *Annales des sciences naturelles, VIII série, Botanique II, 1896*, og er ledsaget af talrige Afbildninger efter Mikrofotografier, der gør et meget tilforladeligt Indtryk.

Naar der altsaa sikkert har eksisteret Bakterier samtidig med de første andre levende Væsener, kan de jo ogsaa have eksisteret forud for disse.

Nærværende Bog er beregnet at skulle være en Lærebog for dem, der begynder et grundigt Studium af Bakteriologien, idet den skal give **det naturvidenskabelige Grundlag**, paa hvilket dette Fag hviler. Den henvender sig i første Række til de unge naturhistoriske og medicinske Studerende ved Universitetet, dernæst til Landbohøjskolens, den polytekniske og farmaceutiske Anstalts Elever og Lærere ved Landbrugsskoler, Mejeriskoler og tekniske Skoler. For den alment interesserede Læser vil den give en sammenfattende Oversigt over Bakteriologiens vigtigste Resultater og Betydning i Natur- og Menneskelivet.

I. **Morfologi og Udviklingshistorie**, af *Johs. Schmidt.* Udkom 1899, Pris 2 Kr.

II. **Fysiologi** (Udbredelse, Forekomst og Betydning), af *Fr. Weis.*

III. **Speciel Del** (Beskrivelse af de enkelte Bakteriearter), af *Johs. Schmidt.* Under Udarbejdelse.

Thieles Bogtrykkeri. København.

JOHS. SCHMIDT OG FR. WEIS

BAKTERIERNE

NATURHISTORISK GRUNDLAG
FOR DET BAKTERIOLOGISKE STUDIUM

III

BESKRIVELSE AF DE VIGTIGSTE BAKTERIEARTER

AF

JOHS. SCHMIDT



KØBENHAVN

DET NORDISKE FORLAG

BOGFORLAGET ERNST BOJESEN

1901

INDHOLD

Andet Afsnit. Speciel Del.

ANDET AFSNIT

SPECIEL DEL

FJERDE KAPITEL.

BESKRIVELSE AF DE VIGTIGSTE BAKTERIEARTER.

Ved den følgende Beskrivelse følger vi i Hovedtrækkene det System, der er angivet af Migula, og som trods de Mangler, det har og paa vor Videns nuværende Standpunkt nødvendigvis maa have, forekommer os at at være det for Tiden bedst anvendelige blandt de ikke faa »Systemer«, som de senere Aar har bragt saavel fra botanisk som fra medicinsk Side. Kun de vigtigste Arter ɔ: de, som enten ved deres morfologiske eller biologiske Forhold har særlig Krav paa Interesse, vil blive omtalte. I Overensstemmelse med Bogens Plan lægges Hovedvægten paa den botaniske Side af Bakteriologien, og den efterfølgende Fremstilling maa betragtes som et almindeligt Grundlag for i speciellere Retning gaaende Studier. Derfor indtager Omtalen af Bakteriernes morfologiske, almindelig biologiske og kulturelle Egenskaber[1] en relativt stor Plads, hvorimod vi med Hensyn

[1] Som bekendte forudsætter vi de forskellige Former af Renkulturer (Plade-Stik-Ridskulturer) og henviser desangaaende til *Salomonsen: Bakteriologisk Teknik, 3. Udg. 1894.* Det samme gælder de almindelige Metoder til Farvning af Bakterier, saaledes den Gram'ske Jod-violetmetode, som er almindeligt benyttet og findes beskreven i enhver bakteriologisk Teknik (se *Salomonsen*, p. 195—96), hvorfor Fremgangsmaaden ved den ikke behøver nærmere at omtales her. Derimod er der Grund til at nævne en anden Metode til isoleret Farvning af Bakterier, som i den nedenfor beskrevne Form er angivet af den danske Læge Claudius, og som har flere Fordele fremfor den Gram'ske. Fremgangsmaaden ved denne Metode (»Methylviolet-Pikrinsyremetoden«) er i Korthed følgende. Man lader en svag Methylvioletopløsning (1—2 promille) indvirke paa de fikserede Bakterier (i Dækglaspræparater

til den mere specielle tekniske og medicinske Bakteriologi henviser til Haandbøger som de p. 87 nævnte.

Dette Kapitel er viet til Beskrivelsen af Bakterierne; som et Anhang til disse omtales i næste (sidste) Kapitel i Korthed de saakaldte Straalesvampe, en Gruppe af Organismer, der har været henregnede til Bakterierne, men som ifølge nyere Undersøgelser bedre lader sig opfatte som ægte Svampe.

I. Haplobacterinae.

Egentlige Bakterier, Bakterier i snævrere Forstand.

Til denne Gruppe henregner vi alle de egentlige smaa Bakterier, eller dem, som man i Almindelighed tænker paa, naar Talen er om Bakterier (saaledes altsaa de sygdomsvækkende, patogene Arter), i Modsætning til den anden Gruppe, *Trichobacterinae*, der indeholder et ringe Antal store traadformede Vandbakterier.

Individerne er encellede, kugle , stav- eller skrueformede; de forekommer enten enkeltvis eller forbundne til de p. 5—14 beskrevne Vækstformer. Dannelsen af endogene, tykvæggede Hvilesporer kendes hos ikke faa Arter, især blandt de stavformede (se p. 42—56). En stor Del Arter er bevægelige ved Hjælp af Cilier, som enten udspringer fra Cellernes Poler eller er jævnt spredte over hele Celleoverfladen (se p. 27—33). Derimod kendes laterale Cilier ikke i denne Gruppe (se *Cladothrix* blandt *Trichobacterinae*).

Gruppen *Haplobacterinae* i den Forstand, hvori vi tager den, synes at være en naturlig Afdeling, hvis Former virkelig

eller i Snit) i faa Minutter, afskyller Præparatet i Vand, anbringer det derpaa i en stærk (halv—helkoncentreret) Opløsning af Pikrinsyre i 1—2 Minutter, skyller atter i Vand, tørrer ved forsigtig Aftrykning med Filtrerpapir og differentierer tilsidst med Nellikeolie eller Pikrinanilin (1 promille), indtil Præparatet synes helt affarvet. Denne Metode giver smukke, kontrastrige Farvninger; ved den farves omtrent de samme Bakterier som efter Gram's, men for enkelte Arters Vedkommende synes den at give konstantere Resultater end den Gram'ske (saaledes for *Bacillus oedematis maligni* og *Bacillus Chauveaui*, se disse). I det følgende er der for de vigtigste Bakteriearters Vedkommende anført, om de farves efter Gram og Claudius.

er beslægtede[1]; derimod er der næppe noget nært Slægtskab mellem denne Gruppe og Gruppen *Trichobacterinae*.

Vi har allerede tidligere (p. 79—84) i Grundtrækkene gennemgaaet de forskellige Formodninger, som er kommet frem med Hensyn til de egentlige Bakteriers Slægtskab med andre Organismer, nemlig de blaagrønne Alger, Flagellaterne og visse lavtstaaende Ascomyceter. Under Henvisning hertil skal det her kun nævnes, at vi for Øjeblikket ikke formaar at paapege nogen Gruppe af Organismer, hvormed *Haplobacterinae* utvivlsomt er beslægtede, og at de derfor foreløbigt bedst opfattes som en egen Afdeling, indeholdende de lavest staaende af alle kendte Organismer.

1. Familie **Coccaceae** Kuglebakterier.

Cellerne er i fri Tilstand kugleformede. Celledelingerne foregaar efter 1, 2 eller 3 Rumretninger (Vækstformerne *Monococcus*, *Diplococcus*, *Tetracoccus*, *Merismopedia*, *Sarcina*, se p. 5—8). Før Delingen strækker de kugleformede Celler sig ikke, men spaltes i to Halvkugler (se herom p. 41—42). De fleste Arter mangler Cilier og er derfor stedse ubevægelige (Slægterne *Streptococcus*, *Micrococcus*, *Sarcina*); hos andre forekommer Cilier og dermed Bevægelighed (Slægterne *Planococcus* og *Planosarcina*). Endosporedannelse kendes ikke med Sikkerhed hos nogen Kuglebakterie, skønt der foreligger flere Angivelser herom.





Fig. 116. Skema af Celledelingen hos en *Kuglebakterie*. Cellerne spaltes uden at strække sig før Delingen. (Efter Migula).

[1] Herfra maa dog undtages forskellige Svovlbakterier, hvis Slægtskab med de typiske Bakterier er tvivlsomt, men som vi dog foreløbigt stiller sammen med disse. Endvidere er det ogsaa tvivlsomt, om Arterne af Slægten *Spirochaete* (se denne Slægt) er virkelige Bakterier. De bestaar af skruesnoede, meget fleksile Traade, hos hvilke det ikke er lykkedes at paavise nogen Leddeling i Celler. Ved deres ejendommelige, p. 33—36 beskrevne, Bevægelser afviger de ganske fra de typiske Bakterier og slutter sig til de blaagrønne Alger af Slægten *Spirulina*, som ligner dem fuldstændigt i Form og i det Forhold, at Traadene, tilsyneladende i alt Fald, er encellede.

Streptococcus Billroth.

Cellerne er runde og mangler Cilier. De deler sig stedse kun efter een Rumretning, og naar de ikke straks efter Delingen skiller sig fra hinanden, fremkommer herved perlesnorformede Kæder ligesom hos de blaagrønne Alger af Slægterne *Anabaena* o. s. v. Undertiden skilles Cellerne hurtigere ad, hvorved *Monococcus*- eller *Diplococcus*-Vækstformer fremkommer. Dette Forhold er i høj Grad afhængigt af de ydre Kaar, hvorunder Bakterierne dyrkes, saaledes at disse paa een Næringsbund vokser som typiske perlesnorformede Kæder (Vækstform *Streptococcus*), paa en anden udelukkende som enkelte eller i det højeste to og to forenede Celler. Dette hænger atter sammen med, at Cellernes Forbindelse til Kæder skyldes Forslimning eller Gelédannelse af Cellevæggene, hvorved disse klæber sammen, og da Gelédannelsen er afhængig af Substratets Art, bliver det samme Tilfældet med Vækstformerne. Som tidligere (p. 49) beskrevet har man ment at finde ægte Arthrosporer hos visse *Streptococcus*-Arter (van Tieghem), men dette synes dog ifølge senere Undersøgelser ikke at være rigtigt. Dannelsen af Endosporer kendes hidtil ikke hos Slægten *Streptococcus*.

A. Patogene Arter.

Streptococcus pyogenes Rosenbach og **Streptococcus erysipelatos** Fehleisen

er to meget nærstaaende Former, vel snarest Racer af samme Art og kan ikke med Sikkerhed adskilles hverken morfologisk eller kulturelt. *Streptococcus pyogenes* synes at være en mindre virulent Form.

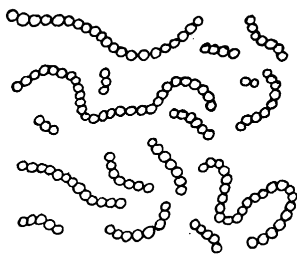


Fig. 117. *Streptococcus pyogenes* Rosenbach (*S. erysipelatos* Fehleisen). Kæder fra en ung Bouillonkultur. 1000/1. (Efter Migula).

Meget variabel med Hensyn til Cellernes Størrelse og Kædernes Længde; undertiden er de meget korte, undertiden lange og flere Gange sammenslyngede (*Streptococcus brevis*, *Streptococcus longus*), men disse Former er kun lidet konstante og i høj Grad af-

hængige af de Betingelser, hvorunder Bakterierne har levet. I Kæderne finder man ofte enkelte Celler, som er skinnende og har større Diameter end de øvrige Celler (se p. 50, Fig. 67); deres Betydning kender man ikke; de er sikkert ikke Sporer, men maa snarere sammenlignes med de saakaldte Heterocyster (Grænseceller) hos de blaagrønne Alger. Farves let med de sædvanlige Farvestoffer, ogsaa efter Gram og Claudius. Undertiden finder man Cellerne omgivne af en tydelig Kapsel.

Streptococcus pyogenes har en alsidig patogen Virksomhed og er patogen baade for Mennesker og Dyr; den kendes som Aarsag til forskellige akute Betændelser i Bindevævet; herfra naar den let gennem Lymfe- og Blodkarrene til andre Organer, hvor den ogsaa kan fremkalde purulente Betændelser (metastatisk Suppuration, Pyæmi). Andre Sygdomme, som fremkaldes af denne Bakterie, er Rosen *(Str. erysipelatos)* og Barselfeber.

Fakultativ Anaërobiont. Den lader sig let dyrke paa kunstige Substrater, allerede ved almindelig Stuetemperatur, men bedst ved Blodvarme. Kolonierne er hvide og frembyder intet særligt karakteristisk. I Gelatinestikkulturer vokser den ikke paa Overfladen, men langs Podestikket i Form af smaa hvide Kugler, der efterhaanden flyder sammen til en hvid Stribe. Den smelter ikke Gelatinen. I Bouillon danner den lange Kæder og optræder som saa mange andre Streptokokker i Form af Fnug (smaa Nøgler) paa Kulturglassets Sider. Dens Kulturer mister let Virulensen.

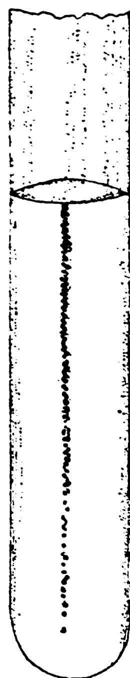


Fig. 118. *Streptococcus pyogenes* Rosenbach. Gelatinestikkultur. (Efter Migula).

Streptococcus eqvi Kitt, *Hestens Kværke.*

Ogsaa denne Art staar nær ved *Streptococcus pyogenes.* Den udmærker sig i morfologisk Henseende ved sine ofte meget lange rosenkranslignende Kæder, som især i Værtorganismens Legeme opnaar en betydelig Længde; iøvrigt

lader den sig næppe ved sine morfologiske Forhold adskille fra *Str. pyogenes*. Ligesom denne farves den efter Gram.

Den er patogen for Hesten, og Aarsag til den saakaldte Kværke hos denne; desuden er den patogen for Husmus.

Lader sig dyrke paa kunstigt Substrat, paa Gelatine vokser den kun slet, noget bedre paa Agarplader som smaa hvidlige gennemskinnende Kolonier, fra hvis Rand der ofte udgaar ringformede Udløbere. I Agarstikkulturer dannes der paa flere Steder ud fra Podestikket nogle ejendommelige lodrette, afrundede vingeformede Udløbere.

Streptococcus agalactiae Adametz, *Str. agalactiae contagiosae* Kitt, *Str. mastitidis sporadicae* (vel *epidemicae*) Guillebeau.

Lange, sammenslyngede Kæder (1 μ tykke) ligesom hos de foregaaende Arter. Den er Aarsag til Yverbetændelse hos Køer og Geder, hvorved Mælkeproduktionen bliver meget sparsom eller tilsidst hører ganske op.

Fakultativ Anaërobiont, der lader sig dyrke paa de sædvanlige Substrater, allerede ved almindelig Stuetemperatur.

B. Ikke patogene Arter.

Streptococcus mesenterioïdes (Cienkowski, van Tieghem) Migula, *Frølegbakterien*.

Kortere (ofte i *Diplococcus*-Form) eller længere Kæder af runde (ca. 1 μ brede) Celler. Hvad der især karakteriserer denne Bakterie, er dens kolossale Kapseldannelser, som i Mægtighed overgaar de vegetative Celler mange Gange (se Fig. 119). Men de kommer kun til Udvikling, naar Bakterien vokser

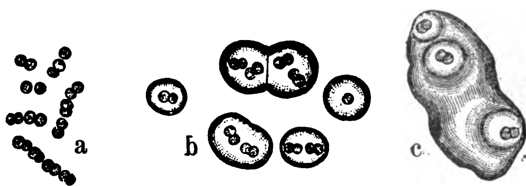


Fig. 119. *Streptococcus mesenterioïdes* (Cienkowski, van Tieghem) Migula, *Frølegbakterien*, *Leuconostoc*. *a*. Korte Kæder fra sukkerfrit Substrat, Kapslen mangler, *b* og *c* Celler fra sukkerholdigt Substrat, her dannes Kapsler. 1200/1. (Efter Liesenberg og Zopf.)

i et sukkerholdigt Substrat; dyrker man den f. Eks. i almindelig Bouillon uden Tilsætning af Sukker, trives den vel godt, vokser og deler sig livligt, men Væggene forbliver som hos en sædvanlig Streptococcus tynde og viser ingen Antydning til Kapseldannelse. Overfører man imidlertid saadanne kapselfri Individer til en Næringsbund, som indeholder Rørsukker eller Dextrose, saa dannes der snart mægtige geléagtige Hylstre om Cellerne, ved at de yderste Vægdele svulmer op. Disse Geléhylstre viser i Begyndelsen ofte en lagdelt Struktur, ligesom de først er skarpt afgrænsede fra Naboindividernes, men senere flyder de sammen til en strukturløs slimet Masse, hvori Cellegrænserne ikke længere lader sig paavise (Zoogløa). Især paa Sukkerroeskiver dannes karakteristiske Zoogløamasser af ret fast, næsten bruskagtig Beskaffenhed og med en ejendommelig foldet (Mesenterie-lignende, heraf Artsnavnet) Overflade; senere hen bliver Zoogløaerne i Reglen mere bløde og slimede. Geléen bestaar af Dextran, et gummiagtigt Kulhydrat og er opløselig i koncentreret Svovlsyre, Kali- og Natronlud og i Klorzink-Jod.

Som tidligere nævnt har van Tieghem hos denne Bakterie troet at finde Arthrosporer (se p. 49), der angaves at dannes, naar Substratet var fattigt paa Næringsstoffer, og som skulde kunne spire under Sprængning og Afkastning af Væggen. De Undersøgere, som senere har studeret denne Bakterie (navnlig Liesenberg og Zopf samt Migula) benægter dog Rigtigheden af van Tieghems Angivelser.

Streptococcus mesenterioïdes fremkalder Dextrangæring i Opløsninger af forskellige Sukkerarter (Dextrose, Rørsukker o. s. v.), som den omdanner til de omtalte slimede Dextranmasser. Den indeholder Enzymet Invertin og rimeligvis spalter den ved Hjælp heraf først Rørsukkeret til Druesukker, før Dextrangæringen finder Sted. Denne Gæring kan foregaa med stor Intensitet, og meget betydelige Sukkermængder kan i Løbet af kort Tid omdannes og derved ødelægges; derfor var *Str. mesenterioïdes* eller *Leuconostoc*, som den med et ældre Navn ofte benævnes, almindeligt frygtet i Sukkerfabrikerne; nutildags spiller den dog paa Grund af sin Sjældenhed ingen videre Rolle.

Streptococcus acidi lactici Grotenfeldt hører til Mælkesyrebakteriernes Gruppe. Den fremkalder Mælkesyregæring i sukkerholdige Vædsker (se nærmere p. 186).

Micrococcus (Hallier) Cohn.

Cellerne er runde og mangler Cilier. De deler sig efter to Retninger af Rummet. Hvis de straks efter Delingen skilles ad, fremkommer Vækstformen *Monococcus*: lutter enkelte Celler, som dog kan lejre sig i uregelmæssige, drueformede Hobe, hvilken Vækstform man sædvanlig kalder *Staphylococcus*. Dersom Cellerne derimod ikke straks skilles ad, forbliver de affladede ved Berøringsstederne og danner efterhaanden tavleformede Celleforbindelser, hvis Celler alle ligger i eet Plan: *Tetracoccus*. *Merismopedia*.

Endosporedannelse angives at finde Sted hos enkelte Arter, men er ikke paavist med Sikkerhed (Spiring af formodede Sporer er ikke iagttaget).

Til Slægten *Micrococcus* hører et meget stort Antal (2—300) Arter, hvoraf nogle faa er patogene, de fleste uskadelige Saprofyter, som findes almindeligt udbredte i Vand og Luft. Mange Arter danner karakteristiske Farvestoffer; af disse hører det allerstørste Flertal til de kromopare Farvestofbakterier (se p. 37 og 173—77) og kun faa er virkelige kromofore Arter, saaledes *M. (Thiopolycoccus) ruber* (Winogradsky), en Purpursvovlbakterie, der ligesom de øvrige Svovlbakterier dog rimeligvis i Virkeligheden næppe er beslægtede med de typiske Bakterier, men som vi dog foreløbig fører herhen, da den frembyder de samme ydre Former som Slægten *Micrococcus* og har den samme Delingsmodus.

A. Patogene Arter.

Micrococcus Gonorrhoeae (Neisser) Flügge; *Gonococcus, Diplococcus Gonorrhoeae*. Gonorrhé.

Vækstformen *Diplococcus* er meget karakteristisk for denne Bakterie. I farvede Præparater af gonorrhoeisk Pus finder man Puscellerne opfyldte af Gonokokker, der i Reglen befinder sig i Deling eller lige har delt sig; man ser da to

stærkt affladede, halvkugleformede Døtrecellet ligge op til hinanden, adskilte ved en tydelig Spalte.

Farves med alle basiske Anilinfarver, men ikke efter Grams Metode[1], hvad der spiller en vigtig diagnostisk Rolle, idet andre lignende Arter lader sig farve efter Gram. Farves ikke efter Claudius.

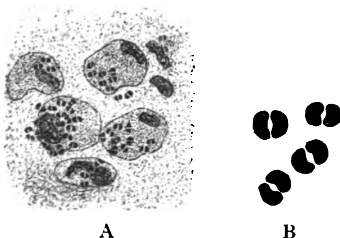


Fig. 120. *Micrococcus Gonorrhoeae* (Neisser) Flügge. *A* Gonorrhoeisk Pus med Diplokokker, der navnlig er lejrede indeni Puscellerne. $^{1200}/_{1}$. *B* Skematiserede, meget stærkt forstørrede Diplokokker. (Efter Lehmann og Neumann).

Den er Aarsag til Gonorrhé og forekommer i de gonorrhoeiske Sekreter, i størst Antal indeni Puscellerne, som ofte er fuldstændigt fyldte med de karakteristiske Diplokokker.

M. Gonorrhoeae er vanskelig at dyrke paa kunstigt Substrat; paa Serum-Agar (bedst er menneskeligt Serum) lykkes dog Dyrkning ved Legemstemperatur; efter omtrent et Døgns Forløb udvikler der sig da smaa næsten farveløse (eller svagt brunliggule) dugdraabelignende Kolonier.

Micrococcus pyogenes α aureus (Rosenbach) Lehmann & Neumann. *Staphylococcus pyogenes aureus* Rosenbach.

Optræder i Form af kuglerunde næsten 1 μ store Celler, der sædvanligvis er samlede i uregelmæssige eller drueformede Hobe (Vækstform: *Staphylococcus*). De farves let med alle de almindeligt anvendte Farvestoffer, ogsaa efter Gram og Claudius.

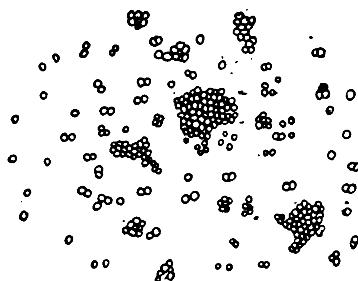


Fig. 121. *Micrococcus pyogenes* (Rosenbach), *Staphylococcus pyogenes aureus*. Celler fra Renkultur. $^{1000}/_{1}$. (Efter Mig.).

Patogen saavel for Mennesker som for Dyr (dog i ringere Grad for de sidste). Den er en af de hyppigste Betændelsesbakterier og findes saaledes ved de aller-

[1] Se Saiomonsen: Bakteriologisk Teknik, 3. Udg., p. 196.

fleste akute Bindevævsbetændelser (i Furunkler, Karbunkler o. s. v.).

Fakultativ Anaërobiont. Den lader sig let dyrke i kunstige Kulturer, selv ved almindelig Stuetemperatur og paa alle de sædvanlige Substrater; karakteristisk for den er Dannelsen af et guldgult Farvestof, som især kommer smukt frem i Kulturer paa Kartofler. Den smelter Gelatine.

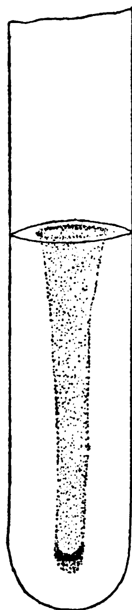


Fig. 122. *Micrococcus pyogenes* Rosenbach. Gelatinestikkultur i naturl. St. (Efter Migula).

Micrococcus pyogenes β albus (Rosenbach) og **M. pyogenes γ citreus** (Passet) staar bægge meget nær ved den foregaaende Art og bør vist betragtes som Varieteter af den, karakteriserede ved Dannelsen af henholdsvis et hvidt og et citrongult Farvestof. De forekommer under lignende Forhold som *M. pyogenes aureus* og har meget lignende patogene Egenskaber; deres Virulens synes at være noget mindre.

Micrococcus intracellularis (Weichselbaum) Migula, *Diplococcus intracellularis meningitidis* Weichselbaum.

Optræder enkeltvis i Form af kuglerunde Celler, der deler sig efter to Rumretninger; de forekommer ofte to og to eller flere sammen (og er da som Gonokokkerne affladede paa Berøringsstederne). Fundet ved Meningitis cerebro-spinalis hos Mennesket og er i større eller mindre Grad patogen for de fleste af vore Forsøgsdyr.

Fakultativ Anaërobiont, der lader sig dyrke paa flere af vore Næringssubstrater (Agar, Glycerin-Agar, Serum-Agar), men kun ved Legemstemperatur. En anden i morfologisk Henseende nærstaaende Art (*M. intracellularis eqvi* (Johne)), fremkalder Cerebrospinalmeningitis hos Hesten.

Micrococcus botryogenus Rabe, *Discomyces equi* Rivolta, *M. ascoformans* Johne, *Botryococcus ascoformans* Kitt, *Botryomyces* Bollinger,
er Aarsag til det saakaldte Botryomykom hos Hesten,

og optræder i Svulsterne som smaa (næppe Sandkorn-store) druelignende Konglomerater, der minder om Actinomyces-Korn og er sammensatte af smaabitte Korn, som er omgivne af et Hylster; indenfor dette ligger de kugleformede 1—1,5 μ store Celler. I kunstige Kulturer mangler Hylstret, ligesom der her heller ikke dannes drueformede Konglomerater. I Gelatinepladekulturer dannes meget smaa kuglerunde gullige Kolonier, der ligner foregaaende Arts; i Stikkulturer fremkommer der en tynd traadformet Vækst langs Podestikket. Kulturerne udmærker sig undertiden ved at besidde en ejendommelig frisk Lugt, der minder svagt om Jordbær. Gelatinen smeltes kun i ringe Grad.

B. Ikke patogene Arter.

Micrococcus phosphoreus Cohn, (*Photobacterium phosphorescens* Beijerinck, *M. Pflügeri* Ludwig e. p.)
er en af de største kendte Mikrokokker, idet dens Celler maaler 2—3 μ i Diameter. Den er derfor et gunstigt Objekt for Studiet af Delingsprocessernes Forløb hos Mikrokokkerne.

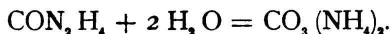
Arten hører til den biologiske Gruppe Lysbakterierne (Fotobakterierne, fosforescerende Bakterier), som indeslutter et stort Antal morfologisk vidt forskellige Bakterier, der alle har Evnen til at udsende Lys (se p. 169--171). *M. phosphoreus*, som er en af de tidligst kendte Arter af Lysbakterierne, forekommer almindeligt i Havet ved vore Kyster og giver Anledning til, at døde Fisk (Sild, Kuller o. s v.) eller endogsaa Kød lyser med et hvidligt fosforescerende Lys, naar de henstaar i Mørke paa et køligt Sted.

Lader sig dyrke paa en Gelatine, hvortil der er sat et Fiskeafkog i Saltvand, og Kolonierne formaar da at lyse. Dog gaar Lysevnen ved fortsat Dyrkning efterhaanden tabt. Kolonierne paa Gelatine er hvidlige; den smelter ikke Gelatinen.

Micrococcus ureae Cohn, *Urococcus*.

Cellerne enkeltvis eller 2 eller 4 sammen, aldrig i sammenhængende Kæder. Deres Diameter er omtrent 1 μ. En formodet Endosporedannelse er beskrevet af Prazmowski, men om det her drejer sig om virkelige, spiredygtige Endosporer,

er ikke tilstrækkeligt begrundet. Arten hører til Urobakterierne, en biologisk Gruppe af morfologisk uensartede Bakterier, som findes i raadnende Urin og karakteriseres ved at indeholde et Enzym Urase, der under Vandoptagelse omdanner Urinstof til kulsur Ammoniak:



$$CON_2H_4 + 2\,H_2O = CO_3(NH_4)_2.$$

M. ureae er en af de almindeligste Arter og hyppigste Aarsager til den ammoniakalske Uringæring, som finder Sted overalt, hvor Urin henstaar under Luftens Adgang (se p. 178 og 192).

Paa Gelatineplader vokser den som smaa, hvide, noget gennemskinnende Skiver (der ligner Stearindraaber); den smelter ikke Gelatinen.

Overalt konstant i raadnende Urin, ofte sammen med den nærstaaende Art *M. ureae liqvefaciens* Flügge, der adskiller sig ved at smelte Gelatinen, men som iøvrigt ligner den ikke smeltende Art meget.

Micrococcus acidi lactici Marpmann
er en aërob Art, som danner smaa gullighvide, glansløse Kolonier, der ikke smelter Gelatinen. Den bevirker Mælkesyregæring i Mælk.

Som tidligere nævnt hører et stort Antal Pigmentbakterier til Slægten *Micrococcus*. Gule Farvestoffer dannes saaledes f. Ex. af *M. aurantiacus, citreus, flavus, luteus* og *sulfureus* o. a., røde af *M. cinnabarinus, roseus, scarlatinus* o. a., blaa af *M. cyaneus, violaceus* o. a. Et stort Antal af disse Farvebakterier findes almindeligt udbredte i Luft og Vand og lader sig let indsamle fra Luften i Laboratorierne (se p. 173 ff.).

Planococcus Migula.

Cellerne er runde og forsynede med Cilier. De deler sig ligesom *Micrococcus* efter to Retninger af Rummet og forekommer enten enkeltvis, som Diplokokker, Tetrader eller mange sammen i Tavleform (Vækstform: *Merismopedia*).

Arterne er bevægelige ved Hjælp af deres oftest lange, bølgeformede Cilier, der i et Antal af 1—2 udspringer fra Cellernes Overflade. Endosporedannelse er ukendt. Til Slægten *Planococcus* hører kun et ringe Antal (c. 10) Arter[1], af hvilke ingen er patogene eller paa anden Maade har nogen større Betydning. Endvidere henfører vi foreløbigt til denne Slægt nogle Purpursvovlbakterier (*P. (Merismopedia) littoralis*), skønt deres Slægtskab med de øvrige Arter er tvivlsomt.

Planococcus citreus (Menge) Migula.

Cellerne er omtrent 1,6 μ store og kan forekomme enkeltvis eller forbundne paa forskellig Maade. De bevæger sig ved Hjælp af en meget lang bølgeformet Cilie, og ikke alene de frie enkelte Celler, men hele Cellehobe skal kunne udføre livlige Svømmebevægelser (Migula). Den danner et gult Farvestof og lader sig let dyrke paa de sædvanlige kunstige Næringssubstrater.

Planococcus casei Migula er fundet i Ost.

P. (Merismopedia) littoralis (Ørsted) Migula er en Purpursvovlbakterie, som forekommer almindeligt ved vore Kyster i Brakvand mellem raadnende Tang, hvor den bidrager til at farve store Strækninger røde. Cellerne er 1,2—2 μ brede og forenede i Familier paa 4, 8, 16, 64, 32, 128, 256 Stykker. De indeholder stærkt lysbrydende Svovlkorn, som er tæt sammenpressede i det svagt farvede Plasma. I de tavleformede Merismopedier er Cellerne hvilende (ubevægelige) men de er i Stand til at løsne sig og sværme afsted. Muligvis er denne Art, som først er fundet i 1841 af Ørsted, identisk med den senere af Winogradsky beskrevne *Thio-*

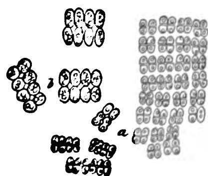


Fig. 123. *Planococcus (Merismopedia) littoralis* (Ørsted). 660/1. (Efter Warming).

[1] Ved fortsatte Undersøgelser over Bakteriernes Bevægelighed vil det dog rimeligvis vise sig, at ikke faa af de Arter, som vi tror er ubevægelige og derfor henregner til Slægten *Micrococcus*, i Virkeligheden paa et eller andet Tidspunkt af deres Liv besidder Cilier og derfor hører til *Planococcus*.

pedia rosea, hvis Celler paa en lignende Maade er forbundne i *Merismopedia*-Form.

Sarcina Goodsir.

Cellerne enkeltvis kuglerunde. Delingerne foregaar efter tre paa hinanden lodrette Rumretninger. Efter Delingerne bliver Cellerne i Reglen sammenhængende, og derved kan de karakteristiske pakkelignende Celleforbindelser dannes, hvorved Slægten let lader sig kende (Vækstformen: *Sarcina*). Cellerne mangler Cilier og er derfor stedse ubevægelige. Endosporedannelse kendes ikke med Sikkerhed. Et stort Antal Arter (over et halvt hundrede) kendes af denne Slægt; kun faa er patogene. Mange Arter danner Farvestoffer, og saavel kromopare som kromofore Arter (se p. 36—38) hører herhen.

Sarcina ventriculi Goodsir

er en af de længst kendte Arter; den er først fundet af Goodsir i Maveindholdet hos Mennesker. Den danner rundagtige, 2,5 μ store Celler, som er samlede i typiske *Sarcina*-Pakker. I kunstige Kulturer er det vanskeligt at faa Pakkedannelsen frem; dog lykkes dette, naar Arten dyrkes i et Høafkog, hvorimod der paa faste Substrater kun dannes Diplokokker eller Tetrakokker.

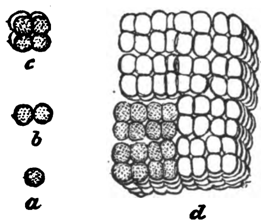


Fig. 124. [*Sarcina ventriculi* Goodsir. (Efter Zopf).

S. ventriculi findes ikke sjælden i Maveindholdet hos Mennesker; den synes ikke at have nogen patogen Betydning.

Lader sig dyrke paa de sædvanlige Substrater, hvor den vokser uden at dens Kolonier frembyder noget særligt karakteristisk; den smelter ikke Gelatinen.

Sarcina tetragena (Gaffky) Migula, *Micrococcus tetragenus* Gaffky.

Danner kugleformede Celler, 0,7—1 μ i Diameter, der oftest er ordnede i Tetrader, hvorfor man sædvanlig benævner den *Micrococcus tetragenus*. Lehmann og Neumann samt

Migula har dog vist, at den ogsaa (saavel i Kulturer som i den levende Organisme) danner typiske *Sarcina*-Pakker efter Celledelinger i alle tre Rumretninger, saaledes at den utvivlsomt bør henregnes til Slægten *Sarcina*. Den udmærker sig ved, at Cellerne danner tykke Gelékapsler, som fremtræder meget tydeligt, naar Bakterierne farves i Snit; i kunstige Kulturer kommer disse dog ikke til Udvikling, men kun i den levende Værtorganisme. Cellerne farves med de sædvanlige Farvestoffer, ogsaa efter Gram og Claudius.

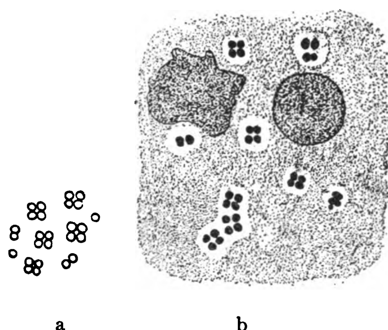


Fig. 125. *Sarcina tetragena* (Gaffky) Migula, (*Micrococcus tetragenus* Gaffky). 1000/1. *a* Celler uden Kapsel, fra Renkultur (efter Alfr. Fischer), *b* Celler med Kapsel, i Vævssaft (efter Migula).

Arten er funden i tuberkuløse Lungekaverner og i Abscesser; den forekommer ogsaa i Spyttet hos sunde Mennesker. Den er patogen for Marsvin og hvide Mus; i særlig udpræget Grad for de sidste. Vokser paa alle de sædvanlige Substrater allerede ved Stuetemperatur; den smelter ikke Gelatinen.

Sarcina pulmonum Virchow er fundet i Mængde ved visse Lungelidelser (Virchow), uden at dens Patogenitet er tilstrækkeligt fastslaaet; den træffes ogsaa af og til hos sunde Individer. Runde, 1—1,5 μ store Kokker, der er samlede i Tetrader eller *Sarcina*-Pakker, og som ifølge Hauser skal kunne danne modstandsdygtige Endosporer, hvis Spiring dog ikke er iagttaget. Vokser paa de forskellige kunstige Substrater uden at smelte Gelatinen.

Sarcina aurantiaca, citrea, lutea og **flava** danner hver sit gule Farvestof, **S. rosacea** et rødt. De findes alle i Luftens Støv, hvorfra de lader sig dyrke.

Sarcina (Thiosarcina) rosea (Schröter) (Winogradsky) hører til Purpursvovlbakterierne, og dens Slægtskab med de typiske Sarciner er problematisk. Den danner smaa Pakker af 2—2,5 μ brede Celler, som indeholder Svovlkorn og er rødfarvede af Bakteriopurpurin (se p. 37—38); den er altsaa i Modsætning til de tidligere anførte pigmentdannende Sarciner en ægte kromofor Art. Den forekommer i Sumpvand.

Planosarcina Migula.

De enkelte Celler er kugleformede. Delingerne foregaar efter tre paa hinanden lodrette Rumretninger. I Reglen optræder Cellerne i Form af Diplo- eller Tetrakokker eller ogsaa, men sjældnere i Pakker (Vareballeform) og er i disse Tilfælde affladede paa Berøringssiderne. Cellerne er bevægelige og forsynede med Cilier, der i et Antal fra een til flere udspringer fra de enkelte Cellers Overflade[1]. Endosporedannelse kendes ikke med Sikkerhed (se dog *P. ureae*). Kun faa Arter og derimellem ingen patogene, kendes hidtil af denne Slægt, til hvilken vi ogsaa foreløbigt henregner nogle kugleformede røde Svovlbakterier, som har visse Karakterer tilfælles med de typiske Arter, men som rimeligvis i Virkeligheden ikke er nær beslægtede med dem.

Planosarcina agilis (Ali-Cohen) Migula.

Cellerne gennemsnitlig 1 μ i Diameter, oftest enkeltvis eller 2 eller 4 sammen, sjældnere i typiske *Sarcina*-Pakker. Cilierne er meget lange (indtil 10 Gange saa lange som Cellens Diameter). Danner et mørkt rosa Farvestof.

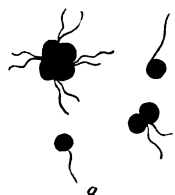


Fig. 126. *Planosarcina mobilis* (Maurea) Migula. Ciliefarvning efter Löffler. $^{1000}/_{1}$. (Efter Migula).

Planosarcina mobilis (Maurea) Migula.

Cellerne gennemsnitlig 1,4 μ i Diameter, sædvanlig 2 eller 4 sammen, sjældnere flere i typiske Pakker. Cilierne meget kortere end hos *P. agilis* (ca. 3 Gange saa lange som Cellens Diameter).

[1] Om de udspringer fra eet enkelt Punkt af Cellen, eller om de er diffuse, vides ikke med Sikkerhed. Maaske er her Forskelligheder efter Arterne.

Planosarcina ureae Beijerinck.

Cellerne hyppigst ordnede i Pakker (4—8—flere), 0,7—1,2 μ i Diameter, meget bevægelige ved Hælp af flere lange Cilier. Kugleformede, 0,6 μ, brede Sporer afbildes af Beijerinck, men Spiringen er dog ikke iagttaget. *P. ureae* hører til Urobakterierne (se *Micrococcus ureae* p. 241) og er i Stand til under Vandoptagelse at omdanne Urinstof til kulsurt Ammoniak ved Hjælp af Enzymet Urase, dog kun i ret ringe Grad i Forhold til andre Urobakterier. Dyrkes let paa kunstige Substrater.

P. (Thiocystis) violacea (Winogradsky) Migula er en Purpursvovlbakterie med 2,7—5,2 μ brede Celler, som enten forekommer enkeltvis eller forenede til Fælleshobe indenfor en Geléskede. Af disse Hobe kan de enkelte Celler løsne sig og sværme afsted ved Hjælp af 2 lange Cilier. Celleindholdet er lyst rødlig-violet og indeslutter Svovlkorn ligesom hos den mindre nærstaaende Art *P. (Thiocystis) rufa* (Winogradsky), hvis Celler kun har en Diameter af 1 μ.

Clathrococcus n. nom.

Syn. *Clathrocystis* Cohn e. p.

De enkelte Celler er kugleformede eller ved Trykket af de omgivende noget kantede. Delingerne foregaar først efter tre Rumretninger, senere kun efter to, og af de i Begyndelsen solide Celleforbindelser resulterer derfor en hulkugledannet Vækstform med tilsidst netformet gennembrudt Væg. Cellerne er i Begyndelsen ubevægelige, men efterhaanden løsner de sig gruppevis og sværmer afsted ved Hjælp af Cilier.

Clathrococcus roseo-persicinus (Cohn) er en Purpursvovlbakterie med 2 μ store, kugleformede, rødviolette Celler, der indeholder lysbrydende Svovlkorn. Den er meget almindelig baade i Ferskvand og i Brakvand ved vore Kyster mellem raadnende Tang, hvor den ved sin Mængde ofte farver store Strækninger røde.

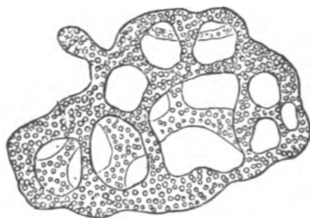


Fig. 127. *Clathrococcus roseo-persicinus* (Cohn), (*Clathrocystis roseo-persicina* Cohn). 250/1. (Efter Zopf).

2. Familie **Bacteriaceae** Stavbakterier.

Cellerne er cylindriske, kortere eller længere stavformede og rette. Celledelingerne foregaar kun efter een Rumretning, nemlig lodret paa Stavens Længdeakse, og før Delingen strækker Cellerne sig i Længdeaksens Retning. Efter Delingen kan Cellerne enten adskilles straks eller vedblive at hænge sammen, saaledes at der herved dannes traadformede Celleforbindelser (Vækstform *Streptothrix* eller *Leptothrix*). Nogle Arter mangler Cilier og er derfor stedse ubevægelige (Slægten *Bacterium*); andre har Cilier og dermed Bevægelighed. Cilierne er da enten diffust udbredte over hele Bakterielegemet (Slægten *Bacillus*) eller indskrænkede til Cellernes Poler (Slægten *Pseudomonas*). Endosporedannelse kendes med Sikkerhed hos mange Arter. Sporernes Former, Dannelse og Spiring er ofte karakteristiske og spiller en stor Rolle ved Artsadskillelsen; med Hensyn til de nærmere Omstændigheder herved henvises til § 5.



Fig. 128. Skema af Celledelingen hos en *Stavbakterie.* Cellerne strækker sig før Delingen efter Længden. (Efter Migula).

Bacterium Ehrenberg, Migula.

Cellerne er cylindriske, stavformede, frie eller forbundne til Traade. Cilier mangler stedse, og Arterne er derfor paa intet Tidspunkt af deres Liv bevægelige. Endosporedannelse kendes hos mange. Til Slægten *Bacterium* hører et meget stort Antal (over 300) Arter, hvoriblandt mange er patogene.

A. Patogene Arter.

Bacterium Anthracis (Davaine, Koch et Cohn) Migula, *Miltbrand.*

Cellerne er stavformede, med en Længde af 5—10 μ, en Bredde af 1—1,5 μ. I Værtorganismen optræder Cellerne enkeltvis eller i det højeste faa sammen, hvorimod de i kunstige Kulturer ofte vokser ud til mangeleddede Traade. Cellernes Ender er hyppigst brat afstumpede eller i farvede Præpa-

rater ofte endog indkærvede. Kapseldannelser lader sig i Reglen paavise i Præparater fra Blod eller Vævssaft af Vært-organismen, medens de mangler hos Individer, der dyrkes paa de sædvanlige kunstige Subtrater. *Bacterium Anthracis'* Celler farves let med de sædvanlige Farvestoffer, saaledes ogsaa efter Gram og Claudius.

Under bestemte Betingelser (rigelig Ilttilførsel og indenfor visse Temperaturintervaller, Optimum ca. 30°) danner

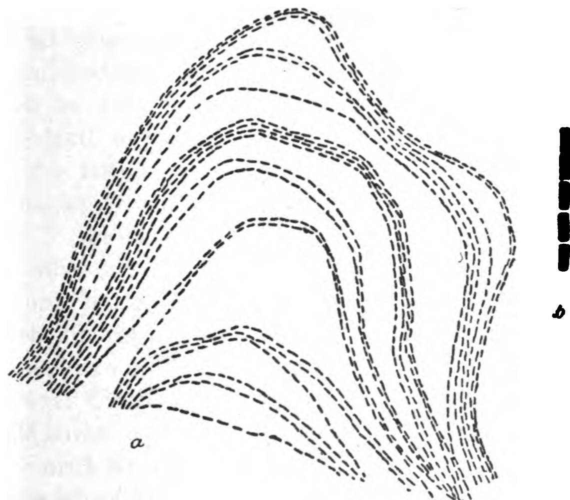


Fig. 129. *Bacterium Anthracis* (Davaine, Koch et Cohn) Migula. Farvede Celler fra Renkultur, *a* $^{100}/_{1}$, *b* $^{1000}/_{1}$. (Efter Migula).

Miltbrandbakterierne Sporer, idet Cellerne vokser ud til lange, mangeleddede Traade; i hver Celle dannes een ægformet, lysbrydende Spore uden Opsvulmning af Modercellen. Sporedannelse finder kun Sted udenfor den levende Organisme, aldrig i denne. Af sædvanlige sporedannende Miltbrandkulturer kan der ved Indvirkning af forskellige ydre Faktorer (Tilsætning af Karbolsyre eller Kaliumbichromat, længere Tids Dyrkning ved en Temperatur af 42°) dannes en asporogen Race (Roux, Chamberland, Phisalix, se p. 70). Sporernes Spiring er polar, men hyppigst opløses Sporemembranen saa tidlig, at dette Forhold kun vanskeligt lader sig iagttage.

Bacterium Anthracis fremkalder Miltbrand og er patogen for Mennesket og for de fleste varmblodige Dyr; særlig modtagelige er Hornkvæg og Gnavere. Den har stor historisk Interesse, idet den er den første Bakterie. hvis patogene Betydning for Mennesket blev fastslaaet. I 1849 blev den omtrent samtidig set af Brauell og Pollender. Davaine hævede det næsten over enhver Tvivl, at den stavformede Organisme, som han fandt hos miltbrandsyge, var en Bakterie og at den var Miltbrandens Aarsag. Den er den første patogene Bakterie, som blev dyrket udenfor den dyriske Organisme, nemlig allerede i 1876 af R. Koch, som anlagde Kulturer af den paa en Næringsbund, der bestod af Humor aqveus. Senere dyrkede Pasteur den efter en større Maalestok i alkalisk Urin.

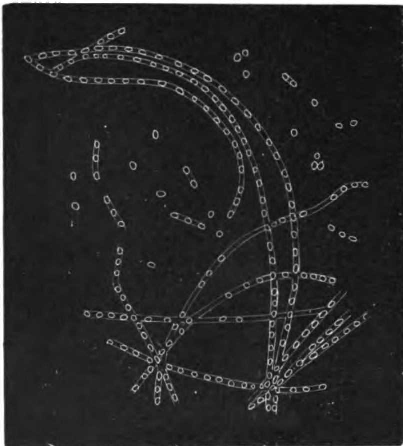


Fig. 130. *Bacterium Anthracis* (Davaine, Koch et Cohn) Migula. Sporedannende Traade. $^{650}/_{1}$. (Efter Koch).

Af sædvanlige virulente Miltbrandkulturer lykkedes det Pasteur ved Dyrkning ved høje Temperaturer (42°—43°) at fremkalde en lidet virulent eller avirulent Race, og ved Indpodning af saaledes svækkede Bakterier at immunisere de for Miltbrand modtagelige Dyr mod denne Sygdom, hvad der har faaet en ikke ringe praktisk Betydning. Den saaledes svækkede Miltbrandrace er imidlertid ikke konstant avirulent, men genvinder ved passende Behandling sine virulente Egenskaber (se p. 209).

Bacterium Anthracis er en fakultativ Anaërobiont, der let lader sig dyrke paa alle vore sædvanlige kunstige Substrater, allerede ved almindelig Stuetemperatur (Minimum 12°, Optimum 37°, Maximum 43°—45°). Mest karakteristiske er

Stikkulturer i Gelatine og Pladekulturer paa Agar eller Gelatine. I Gelatinestikkulturer (Fig. 130) udvikler der sig i vandret Retning fra Podestikket talrige fine, haarformede Traade, som aftager i Længde nedefter mod Glassets Bund (de er længst nær Overfladen, hvor der er Tilgang af Ilt). Efterhaanden smeltes Gelatinen.

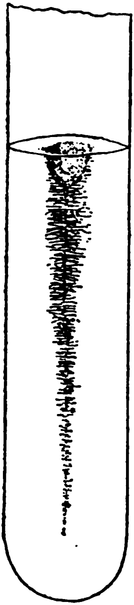


Fig. 131. *Bacterium Anthracis* (Davaine, Koch et Cohn) Mig. Gelatinestikkultur i nat. Størr. (Efter Migula).

I Pladekulturer paa Agar eller Gelatine dannes der efter et Par Dages Forløb graalighvide Kolonier, som bestaar af talrige bølgede Traade, der i Midten er tæt sammenfiltrede,

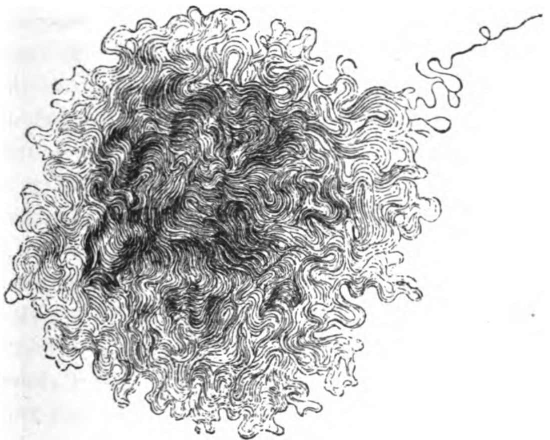


Fig. 132. *Bacterium Anthracis* (Davaine, Koch et Cohn) Migula.
Pladekultur paa Gelatineoverflade. $^{80}/_{1}$. (Efter Flügge).

men henimod Omkredsen løst samlede i bølgede Lokker eller Tjavser, der giver Kolonierne et meget karakteristisk, letkendeligt Udseende.

Ogsaa i Bouillonkulturer har Miltbrandbakterien en karakteristisk Vækst; her dannes nemlig vatlignende Kolonier, som holder sig svævende i den i øvrigt klare (ikke som saa ofte ellers plumrede) Vædske.

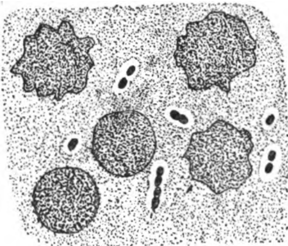
Paa Kartoffelskiver dannes en tæt mat, hvidlig Vegetation; Involutionsformer, som bestaar af pære- eller

kugleformede, opsvulmede Led, fremkommer meget let i Kulturer paa Kartofler.

Foruden som Parasit i den levende Organisme, hvor den aldrig danner Sporer, forekommer *B. Anthracis* sandsynligvis som Saprofyt i Naturen.

Bacterium pneumoniae (Klebs, Fraenkel, Weichselbaum) Migula, *Diplococcus pneumoniae, Diplococcus (Pneumococcus) Fraenkelii, Streptococcus lanceolatus Pasteuri.*

Cellerne forekommer oftest to og to sammen i Diplokokform, sjældnere enkeltvis eller i længere Kæder. Frie Celler er ovale eller ægformede; naar de hænger sammen to og to, er de kortere, næsten Coccus-lignende; deres frie Ender er mere eller mindre tydeligt lancetformet tilspidsede, hvad der giver Arten et meget karakterisk Udseende. I den levende Organisme er Cellerne omgivne af en tydelig, skarpt afgrænset Kapsel, som mangler i kunstige Kulturer (jfr. Fig. 131 a og b). Medens Bakterierne farves let, ogsaa efter Gram og Claudius, optager Kapslen kun vanskeligt Farvestoffer.



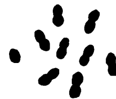


Fig. 133. *Bacterium pneumoniae* (Klebs, Fraenkel, Weichselbaum) Migula. Farvede Celler, *a* Sputumpræparat (Kapslen tydelig), *b* fra Renkultur (Kapslen mangler). 1000/1. (Efter Migula).

Sporedannelse er ukendt hos *B. pneumoniae.*

B. pneumoniae er den hyppigste Aarsag til den krupøse Pneumoni, men findes ogsaa saavel ved andre Former af Pneumoni (og ved Komplikationer deraf) som ved Sygdomme i andre Væv og Organer, der er uafhængige af en Pneumoni (f. Eks. Septikæmier). Den forekommer i Mængde i Pneumonikeres rubiginøse Opspyt, men ogsaa ofte i Mundhulen og Luftvejene hos sunde Mennesker. *B. pneumoniac* er ogsaa patogen overfor en stor Del af vore Forsøgsdyr (i særlig Grad for Mus og Kaniner).

Fakultativ Anaërobiont; Dyrkning af den lykkes (sædvanligvis først ved Temperaturer over 24^0, bedst ved Legemstemperatur) paa de fleste af vore kunstige Substrater, men Væksten er ingensinde yppig, og Kulturerne mister let deres Virulens. I Pladekulturer paa Gelatine dannes smaabitte, graalige, fintkornede Kolonier, paa Agar næppe synlige vandklare Draaber. I Stikkulturer dannes der langs Podestikket en Række smaa hvidlige Korn omtrent som hos *Streptococcus pyogenes*. Paa Kartofler finder saa godt som ingen Vækst Sted.

Bacterium pneumonicum (Friedländer) Migula. *Pneumoniecoccus* Friedländer, *Pneumobacillus Friedländeri*.

Danner Stave af meget forskellig Længde, undertiden saa korte, at de ligner Kokker, undertiden 4—5 Gange saa lange som brede. Enderne er afrundede. En tydelig Kapsel er tilstede, saavel i den levende Organisme som i kunstige Kulturer. Bakterierne farves let med de sædvanlige Anilinfarvestoffer, men affarves efter Gram og Claudius. Sporedannelse er ukendt.

B. pneumonicum er i visse Tilfælde paavist som Aarsag til Pneumoni hos Mennesket, ligesom flere andre Sygdomme kan skyldes den. Den er patogen overfor Flertallet af vore Forsøgsdyr.

Fakultativ Anaërobiont, der let lader sig dyrke paa alle de sædvanlige Substrater allerede ved almindelig Stuetemperatur. Stikkulturer i Gelatine er navnlig karakteristiske: Paa Overfladen over Podestikkets Munding fremkommer der en hvid, glinsende, knapformet Forhøjning, medens der langs Stikkanalen danner sig talrige smaa hvidlige Kugler, som flyder sammen til en Stræng (sømformet Kultur, se Fig. 132). I ældre Kulturer farves Gelatinens overfladiske Lag efterhaanden brune.

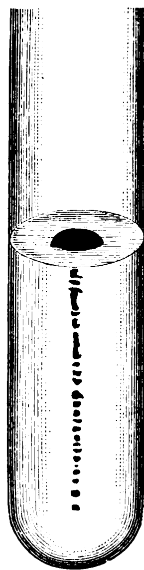


Fig. 134. *Bacterium pneumonicum* (Friedländer). Gelatinestikkultur, 8 Dage gammel. Naturlig Størrelse. (»*Sømkultur*«).

Bacterium tuberculosis (Koch), Migula, *Bacillus tuberculosis* Koch, *Tuberkulose.*

Optræder som tynde, slanke Stave med en Længde af 2—6 μ og en Bredde af ca. 0,5 μ. De er meget ofte let ombøjede eller næsten ligesom knækkede over paa Midten. I farvede Stave finder man ofte nogle lyse Pletter, som man har troet var Sporer; dette er imidlertid ikke Tilfældet; de lyse ufarvede Pletter skyldes Vakuoledannelse i Celleindholdet (se Fig. 35), og Sporer er hidtil ukendte. Tuberkelbakteriernes Celler indeholder en betydelig Mængde Fedt.

B. tuberculosis optræder undertiden i en meget afvigende Skikkelse, nemlig som uregelmæssigt forgrenede Traade med opsvulmede Ender. Af

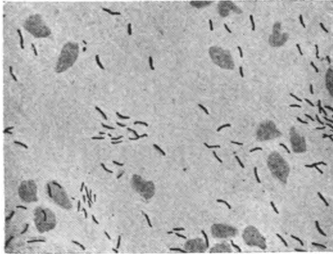


Fig. 135. *Bacterium tuberculosis* (Koch). Sputumpræparat, farvet efter Ziehl-Neelsen's Metode. 400/1. (Efter Ziegler).

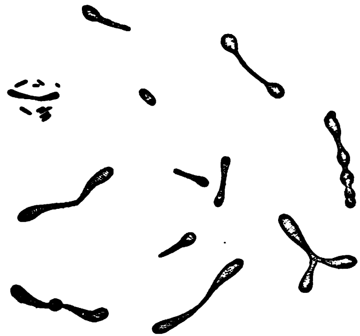


Fig. 136. *Bacterium tuberculosis* (Koch). Involutionsformer (Kæmpeformer, opsvulmede og forgrenede Former) fra en to Maaneder gl. Kultur i Glycerinbouillon ved 37°. 600/1. (Efter Straus).

denne Grund har nogle Forfattere (Lehmann & Neumann o. a.) opfattet de sædvanlige bakterielignende Former af *B. tuberculosis* som ufuldstændige Udviklingsled af myceliedannende Svampe *(Mycobacterium tuberculosis).* Hertil synes der dog, ialtfald foreløbigt, næppe at være tilstrækkelig Anledning (se ogsaa p. 72 Anm. 2) idet de nævnte afvigende Former utvungent lader sig indordne blandt Involutionsformerne, især da de kun kendes fra kunstige og navnlig ældre Kulturer, thi som nævnt p. 71 er uregelmæssigt forgrenede Involutionsformer jo meget almindelige hos mange Bakterier. Af

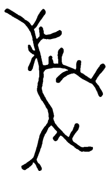


Fig. 137. *Bacterium tuberculosis* (Koch). Forgrenede Former. (Efter Hayo-Bruns).

andre afvigende Former, hvormed Tuberkelbakterierne kan optræde, kan nævnes Dværgformer og kølleformet opsvulmede Kæmpeformer.

Tuberkelbakteriernes Farvningsforhold er meget karakteristisk og spiller en stor diagnostisk Rolle. Bakterierne forholder sig i denne Henseende som Sporer ɔ: de farves kun vanskeligt, men til Gengæld fastholder de det engang optagne Farvestof meget kraftigt, selv ved Behandling med Mineralsyrer. Herpaa er den Ziehl-Neelsen'ske Farvning af Tuberkelbakterier baseret[1]. Præparatet, hvori man ønsker at paavise Tuberkelbakterier (f. Eks. Sputum, Vævssaft eller Snit af tuberkuløse Væv), behandles først med hed, stærk Karbolfuchsin, og derefter affarver man i et Par Sekunder med 25 pCt. Svovlsyre samt afskyller i 60 pCt. Alkohol; herved bliver de fleste andre Bakterier end Tuberkelbakterierne affarvede; man kan da senere efterfarve med Methylenblaat, og de rødfarvede Tuberkelbakterier træder da skarpt frem paa den blaa Baggrund; andre Bakteriearter, der indeholdtes i Præparatet, og som affarvedes ved Syrebehandlingen, er da ligeledes blaafarvede.

Denne Karbolfuchsinfarvning med efterfølgende Affarvning spiller som nævnt en stor diagnostisk Rolle, thi foruden Tuberkelbakterien kendes der kun faa Bakterier, som ikke affarves, nemlig Spedalskhedsbakterien, *Bacterium leprae* samt enkelte andre Arter, saaledes den saakaldte Timotébakterie *(Bacterium phlei)*. der er fundet paa Timotégræs, og nogle andre, fundne i Fæces, Mælk o. l.

B. tuberculosis er Aarsag til Tuberkulose i dens forskellige Former og er foruden for Mennesket patogen for de fleste Pattedyr (i særlig Grad for Hornkvæg og Aber); endvidere skal Papegøjer være meget modtagelige.

Aërobiont med Optimum ved 37—39°, Minimum ved 29°, Maximum ved 41—42°.

Udenfor den dyriske Organisme blev Tuberkelbakterien først dyrket af R. Koch, nemlig paa Serum, hvor den dog kun vokser meget langsomt ligesom paa de andre almindelige

[1] Se herom nærmere Salomonsen: Bakteriologisk Teknik, 3. Udg. p. 196—97.

Næringssubstrater. Imidlertid gør en Tilsætning af Glycerin de sædvanlige Substrater, der ellers er daarlig Næringsbund, bedre skikkede til Tuberkelbakteriernes Vækst.

Paa Glycerin-Serum og Glycerin-Agar udvikler der sig efter 2—3 Ugers Henstand ved Optimumstemperaturen smaa tørre, graalige, skælformede Kolonier. Paa Glycerin-Bouillon breder Tuberkelbakterien sig i Løbet af 2—6 Uger som en tør, rynket Hinde ud over Overfladen.

Tuberkelbakterien gaar vanskeligt over fra parasitær til saprofytisk Levevis, og det er derfor forbundet med Vanskelighed at dyrke den ud fra syge Dyr og Mennesker. En Næringsbund, egnet hertil, er f. Eks. Kartofler vædede med Glycerin. Har man først faaet Bakterien til at vokse i de kunstige Kulturer, lader den sig let dyrke videre som Saprofyt.

Tuberkelbakterien er meget modstandsdygtig mod Indtørring; saaledes kan den i 3—4 Maaneder bevare sin Levedygtighed i Luftstøv; ogsaa overfor Kulde er den i høj Grad resistent, hvorimod det direkte Sollys dræber den hurtigt.

Af Kulturer af *B. tuberculosis* i Serum fremstillede Koch et i Vand opløseligt toksisk Stof ved at inddampe og filtrere Kulturerne. Resultatet heraf er en brunlig Vædske (Tuberkulin, se p. 202[1]). Ved subkutan Injektion heraf i tuberkuløse Dyr og Mennesker reagerer disse med Feber og forskellige andre Symptomer, hvorimod Virkningen er langt ringere hos sunde Individer. Derfor anvendes Tuberkulinet som diagnostisk Middel i Veterinærmedicinen. (Oprindelig troede Koch, at hans Tuberkulin foruden at diagnosticere tillige kunde immunisere mod og helbrede for Tuberkulose, hvad der dog viste sig at være overdrevent, fraset at Injektioner af Tuberkulinet undertiden kan bevirke en sekvestrerende Betændelse omkring de tuberkuløse Foci).

Bacterium tuberculosis avium (Maffucci) Migula, *Fugletuberkulose*, *Hønsetuberkulose*.

Ligner i høj Grad foregaaende Art og kan morfologisk næppe adskilles fra den; mange Forfattere betragter den

[1] Eller Gammeltuberkulin i Modsætning til Nytuberkulin, en mælket Vædske, som senere er blevet fremstillet af Koch ved Knusning og Rivning af Tuberkelbakterier, Opslemning i Vand og gentagen Centrifugering.

derfor kun som en Varietet af Pattedyrtuberkulosen, som den ogsaa ligner i sine Farvningsforhold. Forgrenede Traadformer er endnu almindeligere hos Fugletuberkulosen og dannes selv i yngre Kulturer.

Den er meget virulent for Høns og andre Fugle (Modsætning til *B. tuberculosis*), medens Pattedyr i langt ringere Grad er modtagelige.

Fugletuberkulosen er langt lettere at dyrke paa kunstigt Substrat end *B. tuberculosis*. I sine Kulturer adskiller den sig ved at vokse mere fugtigt (f. Eks. paa Glycerinagar, hvor *B. tuberculosis* vokser som tørre Skæl).

Foruden *B. tuberculosis* og *B. tuberculosis avium* findes forskellige andre Bakterier, der hos Gnavere og andre Dyr er Aarsag til Tuberkulose-lignende Sygdomme, som man sammenfattes under Navnet Pseudotuberculoser, saaledes f. Eks. *Bacterium pseudotuberculosis* (Pfeiffer) Migula = *Streptobacillus pseudotuberculosis rodentium* Preisz o. fl. a.; fra de ægte Tuberkelbakterier adskilles disse Arter bl. a. let ved at affarves efter Ziehl-Neelsen's Metode.

Bacterium leprae (Arm. Hansen) Migula, *Spedalskhed. Lepra.*

Ligner Tuberkelbakterierne meget, saavel morfologisk (Forgreninger kendes dog ikke), som i Farvningsforhold (se *B. tuberculosis*), og Leprabakterier, som er farvede efter Ziehl-Neelsen's Metode fastholder ved Behandling med Mineralsyrer Farvestoffet i endnu højere Grad end *B. tuberculosis*. De adskiller sig derimod fra denne ved meget let at lade sig farve allerede i vandige Opløsninger af Methylenblaat og Fuchsin; de farves godt efter Claudius. Sporedannelse er ukendt.

B. leprae er utvivlsomt Aarsag til Spedalskhed, en for Mennesket særegen Sygdom. Det er ikke lykkedes at dyrke den i kunstige Kulturer, ligesom heller ikke Overføring af Sygdommen ved Indpodning har givet Resultat.

Bacterium syphilidis (Lustgarten) Migula
ligner i flere Henseender Tuberkel- og Leprabakterierne.

Den er fundet i syfilitiske Produkter, men dens Rolle som Syfilis-Kontagium er meget problematisk. Dyrkning af den er ikke lykkedes.

Bacterium diphtheriae (Klebs, Löffler) Migula, *Difteri.*

Danner Stave af 0,5—0,8 μ Tykkelse og af meget varierende Længde, med afrundede Ender. De kortere Stave er i Reglen rette og nogenlunde lige tykke overalt; derimod er de længere (ældre) ofte let bøjede og har kølleformet opsvulmede Ender. Cellernes Lejring er karakteristisk, idet Stavene ofte krydse hinanden paa forskellig Vis (se Fig. 136). Farver man Difteribakterierne, viser Stavene sig ligesom leddelte eller bæltede, idet enkelte Partier af Indholdet farves stærkere end andre (se p. 24). Undertiden er Stavene opsvulmede paa Midten, og undertiden kan der i kunstige Kulturer endog dannes uregelmæssige Forgreninger (Fig. 137) i Lighed med dem, vi kender hos Tuberkulose, og man har derfor ogsaa her opstillet den Formodning, at Difteribakterien i Virkeligheden var en myceliedannende Svamp (*Corynebacterium diphtheriae* Lehmann & Neumann) og ingen Bakterie. Herom gælder det samme, som blev sagt ved Omtalen af de forgrenede Former hos Tuberkulose (p. 254), og uden at Spørgsmaalet tør betragtes som afgjort, skal det blot fremhæves, at Difterikulturerne i særlig høj Grad er tilbøjelige til Dannelsen af Involutionsformer, og blandt disse er jo netop uregelmæssige Forgreninger saa almindelige hos mange Bakterier. Difteribakterierne lader sig let farve med de sædvanlige Farvestoffer, ogsaa efter Gram og Claudius. De danner ikke Sporer.

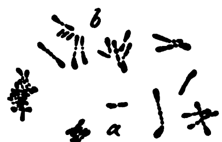


Fig. 138. *Bacterium diphtheriae* (Klebs, Löffler). Farvede Celler fra Renkultur. $^{780}/_{1}$. (Efter Weichselbaum).



Fig. 139. *Bacterium diphtheriae* (Klebs, Löffler). Uregelmæssigt opsvulmede og forgrenede Former. $^{800}/_{1}$. (Efter Bernheim og Folger).

B. diphtheriae er Aarsag til Difteri; den frembringer en

overordentlig heftig Gift og er foruden for Mennesket patogen for de fleste af vore Forsøgsdyr, navnlig for Marsvin (ikke for Mus og Rotter).

Fakultativ Anaërobiont, som har sit Optimum ved 37°; ved almindelig Stuetemperatur vokser den kun meget langsomt (Minimum 18—20°, Maximum 40°). I Reglen lader den sig uden Vanskelighed dyrke ud fra Difteripatienter, men Væksten er i de første Generationer ofte mindre kraftig og tiltager i Yppighed, naar Bakterierne i flere Generationer har levet som Saprofyter. Man dyrker *B. diphtheriae* direkte ud fra Difteripatienter over paa Serum, som ganske vist ikke er noget særlig godt Substrat for den at vokse paa, men til Gengæld er det daarligt for de fleste andre Bakterier, som derved holdes tilbage i deres Vækst. I Stikkulturer (Agar og Gelatine) vokser *B. diphtheriae* langs Podestikket som en hvidlig Stræng; paa Overfladen er Væksten mindre kraftig, navnlig i de første Generationer.

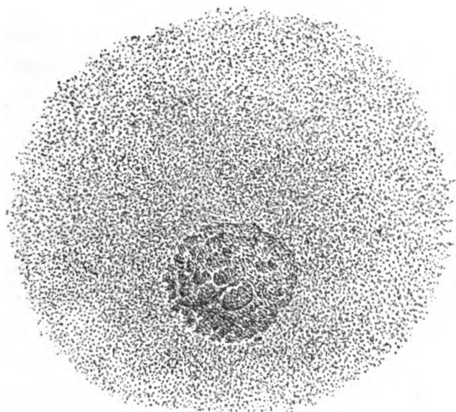


Fig. 140. *Bacterium diphtheriae* (Klebs, Löffler). Pladekultur paa Overfladen af Serum-Agar, 1 Dag gammel. 70/1. (Efter Weichselbaum).

I Pladekulturer paa Agar eller Serumagar dannes smaa hvidlige Kolonier med en noget mørkere, mere grovkornet Centraldel. I Ridskulturer paa skraat stivnet Serum danner der sig en graalighvid Belægning langs Ridset.

I Bouillon viser der sig efter et Døgns Henstand ved 37° en let Plumring af Vædsken samtidig med Dannelsen af fine Smaafnug, som dels sætter sig paa Glassets Sider, dels synker tilbunds.

I ældre Kulturer aftager Virulensen sædvanligvis noget i Styrke, men genvindes ved Overføring paa friskt Substrat;

i det hele taget er *B. diphtheriae* en af de patogene Bakterier, som i længst Tid formaar at bevarer sin Virulens under det saprofytiske Liv i kunstige Kulturer.

Under naturlige Forhold er Difteribakterien en obligat Parasit, som kun trives i den levende Værtorganisme, men i udtørret Tilstand kan den holde sig levende i længere Tid, i det mindste nogle Uger; den er ogsaa modstandsdygtig overfor Kulde (se p. 129).

Ved Injektion i Dyr af stigende Doser Difteritoxin, som vindes af Bouillonkulturer af Difteribakterien, foraarsages Dannelsen af Antitoxiner, som er i Stand til at nevtralisere Toxinets Giftvirkninger. Herpaa beror Fremstillingen af Anti-Difteri-Serum, der bestaar af Blodserum af Heste, som er injicerede med Difteritoxin (se iøvrigt p. 204). Dette Anti-Difteri-Serum har allerede fundet udstrakt praktisk Anvendelse.

Bacterium pseudodiphthericum (Löffler) Migula.

Ligner Difteribakterien overordentlig meget; den kan findes i Svælget baade hos sunde og syge Mennesker, men er ikke virulent.

Bacterium influenzae (Pfeiffer) Lehmann & Neumann, *Influenza.*

Influenzabakterien er den mindste og tyndeste af alle patogene Bakterier; den optræder i Form af smaa tynde Stave af 0,4 μ Bredde og 1—1,4 μ Længde, enkeltvis eller faa sammen i korte Kæder; sjældnere dannes længere Traade (i kunstige Kulturer). Bakterierne farves let (bedst f. Eks. med svag Karbolfuchsin), men affarves efter Gram.

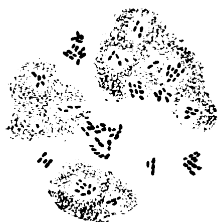


Fig. 141. *Bacterium influenzae* (Pfeiffer). Celler fra Næsesekret af en Influenzapatient. 1000/1. (Efter Lehmann & Neumann).

Aarsag til Influenza og kun patogen overfor Mennesker og Aber; den forekommer i Influenzapatienters Expectorat, sjældnere i Blodet.

Udpræget Aërobiont, hvis Optimumstemperatur er 37°. Den vokser ikke paa vore almindelige Næringssubstrater, men paa Agar, som er overhældt med Blod resp. Hæmoglobin (se p. 97); bedst skal

Blod af Duer være; her danner den yderst smaa, glasklare Kolonier.

Ved Indtørring gaar *B. influenzae* meget snart (allerede efter faa Timers Forløb) til Grunde; ogsaa overfor andre ugunstige ydre Faktorer er den kun lidet modstandsdygtig.

Bacterium mallei (Löffler, Schütz) Migula, *Snive.*

Stavene er tynde og slanke, undertiden let buede, af 1,5—4 μ Længde og 0,3—0,5 μ Tykkelse; i Reglen ligger de enkeltvis eller parvis sammen, men kan dog i ældre Kulturer ogsaa danne lange Traade, der undertiden er uregelmæssigt forgrenede og kølleformet opsvulmede[1]. I farvede Præparater finder man ofte midt i Cellerne nogle rundagtige farveløse Pletter, som man har formodet var Sporer, men som dog rimeligvis kun skyldes ufarvede, midtstillede Vakuoler. Snivebakterierne farves kun meget vanskeligt (derimod farves Kulturerne let), saaledes kun svagt af Methylenblaat, noget bedre af Fuchsin og Gentianaviolet; de affarves efter Gram. Sporedannelse kendes hidtil ikke med Sikkerhed.



Fig. 142. *Bacterium mallei.* Celler fra Renkultur. 800/1. (Efter Lehmann & Neumann).

B. mallei er med Sikkerhed paavist som Aarsag til akut og kronisk Snive hos Dyr (Heste, Æsler, Muldyr, Mulæsler) og Mennesker. Den er patogen for Flertallet af vore Forsøgsdyr, saaledes især for Markmus og Marsvin, noget mindre for Kaniner, medens Hornkvæg og Husmus er ganske uimodtagelige.

Snivebakterierne lader sig dyrke paa alle vore Næringssubstrater (Optimum ved 37°, ved Temperaturer under 23—25° finder ingen Vækst Sted); mest karakteristisk er Væksten paa Kartofler ved 37°, hvor der dannes en brungul, senere brunrød, klæbrig Belægning. I ældre Kulturer mister Snivebakterierne let deres Virulens.

[1] Arten benævnes af Lehmann og Neumann *Corynebacterium mallei* paa Grund af disse Forgreninger og Opsvulmninger, som undertiden optræder i gamle Kulturer (jfr. Tuberkulose og Difteri); men som rimeligvis maa tydes som Involutionsformer.

Ved at inddampe Bouillonkulturer af *B. mallei* fremstiller man en Tuberkulinet (p. 256) lignende Vædske, det saakaldte Malleïn, der anvendes som Diagnostikon for Snive, idet det ved subkutan Injektion i snivede Dyr fremkalder en betydelig Temperaturforhøjelse.

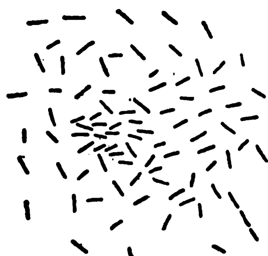


Fig. 143. *Bacterium rhusiopathiae.* Celler fra Renkultur. $^{1000}/_{1}$. (Efter Migula).

Bacterium rhusiopathiae (Kitt) Migula, *B. erysipelatos suum* Migula, *Rødsyge.*

Slanke Stave af 1—2 μ Længde og 0,5 μ Tykkelse, som i Reglen ligger enkeltvis eller to sammen, sjældnere danner de lange Traade. De farves let med de sædvanlige Farvestoffer, ogsaa efter Gram og Claudius. Sporedannelse er ukendt.

B. rhusiopathiae er Aarsag til Svinets Rødsyge. Foruden for Svinet er den ogsaa patogen overfor Mus, Kaniner og Duer; derimod er Marsvin og Høns uimodtagelige.

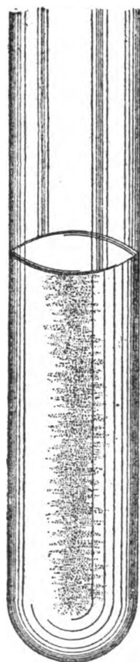


Fig. 144. *Bacterium rhusiopathiae.* Gelatinestikkultur. Naturlig Størrelse. (Efter Migula).

Fakultativ Anaërobiont, der endog trives bedre uden end ved Luftens Adgang. Den lader sig dyrke paa alle vore sædvanlige Substrater, allerede ved almindelig Stuetemperatur. I Gelatinestikkulturer er der ingen Vækst paa Overfladen, men langs Podestikket og udstraalende fra dette udvikler der sig en ejendommelig skyet, ufarvet Vegetation, som er ligesaa kraftig i Gelatinens nedre Lag som i dens øvre, og som kan have ikke ringe Lighed med en Lampepudser (»Lampepudser-Kultur«). Efterhaanden kan der undertiden finde en delvis Smeltning af Gelatinen Sted. I Pladekulturer paa Gelatine dannes der i eller lidt under Overfladen nogle hvidlige langsomt voksende Pletter, som senere kan udvikle sig til stærkt forgrenede eller uregelmæssigt skyede

Kolonier. I Bouillon fremkommer der snart diffus Plumring med et graalighvidt Bundfald. Paa Kartofler finder ingen Vækst Sted.

Bacterium murisepticum (Koch, Flügge) Migula, *Muse-septikæmi.*

Stavene ligner meget Rødsygens, og nogle betragter derfor ogsaa kun Bakterien som en Varietet af denne; dog er den en Smule tyndere og slankere. I sine Farvningsforhold forholder den sig ligeledes paa samme Maade, og Sporedannelse er ogsaa her ukendt.

Aarsag til Septikæmi hos Husmus.

Fakultativ Anaërobiont, der let lader sig dyrke paa vore sædvanlige Substrater. I Pladekulturer paa Gelatine vokser den noget under Overfladen som fine hvidlige skyede Kolonier der ikke er skarpt afgrænsede mod den omgivende Gelatine. Gelatinestikkulturerne ligner meget Rødsygens, men er mere fint skyede og diffuse.

Under Navnet **Septicaemia haemorrhagica** sammenfatter man efter Hüppe en Del Dyresygdomme, som i mange Henseender har Ligheder, og som fremkaldes af meget nær beslægtede, maaske identiske Bakterier. Af disse kan nævnes: *B. cholerae gallinarum, cholerae anatis, cuniculicida, suicida* o. a.

Bacterium cholerae gallinarum (Perroncito, Pasteur, Flügge) *Hønsekolera,* incl. *B. cuniculicida* Koch og *B. cholerae anatis* Cornil, Toupet.

Stavene er 1,4—2 μ lange og 0,6— 0,7 μ brede, oftest korte og plumpe med afrundede Ender; de ligger enten enkeltvis eller forenede i korte Kæder. Stavene lader sig let farve med de sædvanlige Farvestoffer og affarves efter Gram. Karakteristisk er, at Stavenes Ender farves langt stærkere end Midtpartiet, som derfor viser sig som en farveløs Spalte (midtstillet Vakuole[1]). Sporedannelse er ukendt.

[1] Dette gælder i større eller mindre Grad alle de Bakterier, som efter Hueppe henføres til Gruppen *Septicaemia haemorrhagica.*

Aarsag til Hønsekolera og findes ved denne Sygdom saavel i Blodet som i Tarmkanalen af de angrebne Dyr; foruden for Høns og Gæs er Hønsekolerabakterien patogen for Ænder, Duer, Kaniner, Mus o. s. v.

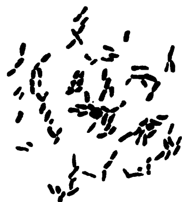


Fig. 145. *Bacterium cholerae gallinarum.* Celler fra Renkultur. $^{1000}/_{1}$. (Efter Lehmann & Neumann).

Meget nærstaaende eller identisk er *Bacterium cholerae anatis* Cornil og Toupet, som kun adskiller sig ved alene at være patogen for Ænder, ikke for Høns og Duer, samt *B. cuniculicida* Koch og Gaffky, der er fundet i snavset Flodvand, og som ved Injektion i Kaniner fremkalder Septikæmi hos disse. Disse sidstnævnte kan hverken morfologisk eller ved deres Kulturer adskilles fra Hønsekolera.

Fakultativ Anaërobiont, der let lader sig dyrke paa vore almindelige Næringssubstrater allerede ved Stuetemperatur. I Pladekulturer paa Gelatine dannes smaa hvidlige eller gullige kornede Kolonier med ujævn Omkreds. I Stikkulturer i Gelatine finder man en fin traadformet Vækst langs Podestikket, paa Overfladen er der kun ringe Vækst. Gelatinen smeltes ikke. I Bouillon indtræder hurtig en svag, diffus Plumring.

B. cholerae gallinarum har betydelig historisk Interesse, idet Hønsekoleraen var den første Bakteriesygdom, ved hvilken der foretoges Immuniseringsforsøg (Pasteur). Dyrkes Hønsekolera ved $40^{0}-42^{0}$ under rigelig Ilttilgang, mister den største Delen af sin Virulens, og indpodes saaledes svækkede Bakterier i modtagelige Dyr, faar disse kun Sygdommen i ringe Grad og opnaar samtidig Uimodtagelighed for dens mere virulente Form.

Bacterium suicida (Löffler, Schütz) Migula. *Bacillus suisepticus* Kruse

ligner meget Hønsekoleraens Bakterie. Stavene er 1,5—2 μ lange og 0,4—0,5 μ brede. I sine Farvningsforhold afviger den ikke fra Hønsekolera (farves let, affarves efter Gram) og danner heller ikke Sporer.

Er Aarsag til Svinesyge (deutsche Schweineseuche); den synes iøvrigt at forekomme konstant i Næse- og Mundhulen hos sunde Svin. Foruden for Svin er *B. suicida* pa-

togen for Kaniner og Mus, derimod kun i ringe Grad for Duer og slet ikke for Høns (Forskel fra Hønsekolera).

Fakultativ Anaërobiont, der i sine Dyrkningsforhold ligner Hønsekolerabakterien overordentlig meget.

Bacterium acnes (Grawitz & Dieckerhoff) Migula, Bacillus der Akne contagiosa des Pferdes Grawitz & Dieckerhoff, *Hestens Aknebacil.*

Meget korte, ubevægelige Stave, der forekommer enkeltvis eller forenede i korte Kæder; Sporedannelse er ukendt. Farves let, ogsaa efter Gram.

Aarsag til Hestens Acne contagiosa, hvor den forekommer i Pustlerne (i Pusset og i Skorperne over Pustlerne). Den er patogen for Husmus (Pyæmi).

Aërobiont (eller fakultativ Anaërobiont), der vokser paa vore sædvanlige Substrater (bedst paa Serum, paa andre Substrater meget langsomt), som hvidlige eller gullige Kolonier. Optimum ved 37°.

Bacterium necroseos (Bang), Bacillus der Kälberdiphtherie Löffler, *Bang's Necrosebacil.*

Optræder som ret tykke Stave af meget forskellig Længde (de korteste er kun omtrent 3—5 Gange saa lange som tykke). Stavene har en udpræget Tilbøjelighed til at vokse ud til meget lange Traade. De indeholder Korn, som optager Farvestoffer stærkere end det øvrige Indhold. Sporedannelse kendes ikke med Sikkerhed.

Aarsag til forskellige Sygdomme af nekrotiserende Karakter hos vore Husdyr (Kalvedifteri, Klovebrandbylder, disseminerende Levernekroser, Leverbylder o. s. v. o s. v.).

Anaërobiont, der lader sig dyrke paa flere af vore kunstige Substrater (f. Eks. Serum, Serum-Agar, Gelatine-Agar, Serum-Agar-Gelatine), hvor den vokser i Form af uregelmæssigt buskede Kolonier, fra hvis tættere Centrum der udstraaler talrige, mere eller mindre bølgede Traade og Traadbundter. Paa Agar dyrkes den kun meget vanskeligt og vokser næppe paa Gelatine og Kartofler.

Bacterium abortus (Bang), Abortbacillen, Kastningsbacillen Bang.

Ubevægelige Stave af variabel Længde; de større er omtrent saa lange som Tuberkelbacillen, oftest er de kortere. Farves med de sædvanlige Anilinfarvestoffer, men affarves efter Gram. Stavene indeholder 1—3 rundagtige eller langagtige Korn, som optager Farvestoffer bedre end den øvrige Del af Cellen. Kornene findes oftest i Nærheden af Stavenes Ender.

Aarsag til den infektiøse Kastning hos Koen, hvor Bakterien fremkalder en Urinkatarrh, som har Kastning til Følge. Ogsaa flere andre af vore Husdyr er modtagelige, saaledes Geden, Faaret og Hoppen.

Abortbacillens Forhold til Ilten er meget ejendommeligt; den har nemlig to Vækstoptima, nemlig dels et ved en Iltspænding i Næringssubstratet, som er mindre end den atmosfæriske Lufts, og dels et ved en meget høj Iltspænding (noget under 100%). Mellem begge disse Optima er der da en mellemliggende Zone, hvor Bakterien kun trives daarligt eller aldeles ikke. (Bang og Stribolt).

Paa Gelatine og Agar og i almindelig Bouillon vokser Abortbacillen ikke eller kun meget slet; bedre Substrater er Agar-Serum eller Serum-Gelatine-Agar samt Serum-Glycerin-Bouillon. Kolonierne er meget smaa (næppe saa store som et Knappenaalshoved), rundagtige og med fint takket Rand.

Bacterium renale (Enderlen, Bollinger) Migula, *Bacillus renalis bovis* Enderlen, Bollinger; *B. pyelonephritidis boum* Höfflich.

Stavene er 2—3 μ lange og 0,7 μ tykke; de er ofte let krummede og har afrundede Ender. Farves efter Gram. Sporedannelse er ukendt.

Aarsag til infektiøs Pyelonephritis hos Koen. Den er aërob og kan dyrkes paa Agar eller Serum, hvor den ved Legemstemperatur vokser som graalige Kolonier.

B. Ikke patogene Arter.

Bacterium acidi lactici (Hueppe) Migula.

Korte plumpe Stave (oftest dobbelt saa lange som brede),

der forekommer enkeltvis eller parvis, sjældnere forenede i korte Kæder. Ifølge Hueppe danner de Endosporer, hvis Spiring dog ikke er iagttaget.

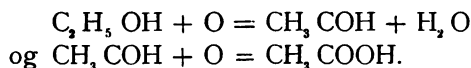
B. acidi lactici forekommer i sur Mælk og er en af de hyppigste Mælkesyrebakterier (nærmere herom se p. 186) som i Mælk (og andre sukkerholdige Vædsker) foraarsager Dannelsen af Mælkesyre, hvorved Mælken »løber sammen«. Dyrkes den i længere Tid i et sukkerfrit Substrat, gaar Evnen til at danne Mælkesyre ofte efterhaanden tabt, men kan dog i Reglen senere genvindes (se p. 183).



Fig. 146. *Bacterium acidi lactici.* Celler fra Renkultur. 800/1. (Efter Lehmann & Neumann).

Fakultativ Anaërobiont, der let lader sig dyrke paa de sædvanlige Substrater, hvor den dog kun vokser langsomt og ikke ved Temperaturer under 10°—12°. Først ved ca. 15° finder Syredannelse Sted. I Gelatinepladekulturer vokser den som hvidlige, porcelænsagtig glinsende, bladagtige Kolonier med gullig Midte og bugtet Omkreds. I Gelatinestikkulturer fremkommer der langs Podestikket en hvid traadformet Vækst, paa Overfladen en graalighvid, uregelmæssig afgrænset Belægning. Den smelter ikke Gelatinen.

Bacterium aceti (Kützing) Zopf hører tilligemed andre, saavel bevægelige som ubevægelige Arter til den fysiologiske Gruppe: Eddikesyrebakterier, aërobe Baktererier, som karakteriseres ved i alkoholiske Vædsker at fremkalde en Gæring, hvorved der dannes Eddikesyre og Vand, muligvis med Aldehyd som Mellemled hvilket kan anskueliggøres ved følgende kemiske Ligninger:



$$C_2H_5OH + O = CH_3COH + H_2O$$
$$\text{og } CH_3COH + O = CH_3COOH.$$

Eddikesyrebakterierne spiller en meget stor praktisk Rolle i Eddikefabrikkerne, hvor Eddikeproduktionen finder Sted ved disse Bakteriers Hjælp.

[1] Mælkens Koagulation kan dog ogsaa foregaa uafhængig af Mælkesyredannelsen, og denne fører først ved en vis Koncentration til Koagulation.

Eddikesyrebakterierne virker i indtil 10% Alkohol; de trives bedst, naar der er dannet 1—2% Eddikesyre (altsaa i Modsætning til de fleste andre Bakterier paa et surt Substrat); dog hører Gæringen op, naar der er dannet ca. 14% Eddikesyre. Optimaltemperaturerne er noget forskellige hos de forskellige Arter, men ligger mellem 25° og 35° (Minimum mellem 4°—8°), ved Temperaturer over 35° dannes let ejendommelige Involutionsformer (se p. 66—70); ved 50° dræbes Cellerne. Eddikesyrebakterierne danner ejendommelige Hinder paa Overfladen af de Vædsker, hvori de vokser.

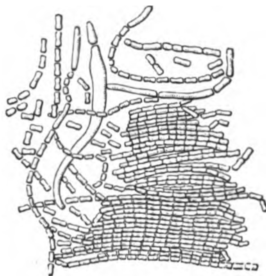


Fig. 147. *Bacterium aceti* (Kützing) Zopf. Vegetation fra en ung Hindedannelse paa Dobbeltøl ved 34°. 1000/1. (Efter E. Chr. Hansen).

B. aceti vokser ved Optimumstemperaturen (34°) paa et gunstigt Substrat (f. Eks. Dobbeltøl) som en slimet, glat Hinde paa Overfladen. Hinden bestaar af korte, stavformede, paa Midten lidt indsnørede Celler, der er ordnede i tæt sammentrængte Kæder. Cellerne er omgivne af Slimkapsler, der i Modsætning til de to følgende Arters ikke lader sig farve med en Jodopløsning. Ved 40—40½° dannes der lange, tynde, traadformede Involutionsformer; undertiden er disse forgrenede.

B. aceti findes foruden saavel i undergæret som overgæret Øl tillige i Luftstøv og Vand.

Foruden *B. aceti* skal af andre Eddikesyrebakterier nævnes *B. Pasteurianum*, *B. Kützingianum* samt *B. xylinum* (se ogsaa p. 190).

Bacterium Pasteurianum E. Chr. Hansen.

Paa Dobbeltøl ved 34° vokser denne Art som en tør, rynket og foldet Hinde paa Overfladen og hævende sig en Smule over denne. Cellerne er her ligeledes ordnede i Kæder, men er gennemgaaende større, navnlig tykkere end hos *B. aceti*. Cellerne omsluttes af Slimkapsler, der farves blaa af en Jodopløsning.

Forekommer paa samme Steder som *B. aceti*, hyppigere i Overgærings- end i Undergæringsbryggerierne.

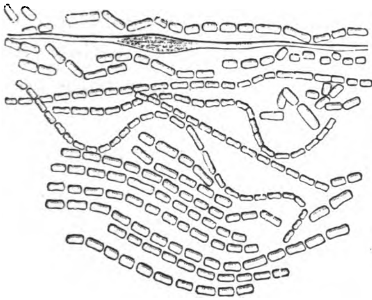


Fig. 148. *Bacterium Pasteurianum* E. Chr. Hansen. Vegetation fra en ung Hindedannelse paa Dobbeltøl ved 34°. $^{1000}/_{1}$. (Efter E. Chr. Hansen).



Fig. 149. *Bacterium Kützingianum* E. Chr. Hansen. Vegetation fra en ung Hindedannelse paa Dobbeltøl ved 34°. $^{1000}/_{1}$. (Efter E. Chr. Hansen).

Bacterium Kützingianum E. Chr. Hansen.

Paa Dobbeltøl ved 34° dannes en tør rynket Hinde, der ligner *B. Pasteurianum*'s, men adskiller sig ved at den strækker sig højt op over Vædsken, opad Kolbens Væg. Denne Hinde adskiller sig tillige ved at bestaa af smaa Stavbakterier, som hyppigt er frie eller kun to og to forbundne og sjældent danner længere Kæder som de to foregaaende Arter. Cellerne er omgivne af Slimkapsler, der farves blaa af en Jodopløsning.

B. Kützingianum er funden i Dobbeltøl.

Bacterium xylinum A. J. Brown,

adskiller sig fra de omtalte tre andre Eddikesyrebakterier ved at danne en Hinde, der ikke som disses let skilles ad, men bliver sejg og brusket. Kapslerne, der omgiver Cellerne farves blaa med Jod og Svovlsyre (Cellulosereaktion).

Bacterium casei (Adametz) Migula.

Stavene er 1,2 μ tykke, 3—4 Gange saa lange. De forbindes ofte til meget lange, ofte bøjede og sammenslyngede Traade. Endosporedannelse angives at finde Sted, men Spiringen er ikke iagttaget. Involutionsformer dannes let.

I Mælk bevirker *B. casei* Dannelsen af Mælkesyre, og Kaseïnet udfældes som en blød, geléagtig Masse.

B. casei lader sig let dyrke ved almindelig Stuetemperatur; den danner hvide Kolonier, der smelter Gelatinen. I Pladekulturer paa Pepton-Gelatine dannes hvide hurtigt voksende Kolonier, fra hvis Centraldel der udgaar talrige forgrenede Strænge, som krydser hinanden og forbindes paa forskellig Maade, saa at Kolonierne kommer til at ligne ægte Myceliesvampe.

Bacterium termophilum (Miquel) Migula.

Stavene er 1 μ tykke og forenede til Traade af forskellig Længde; de danner endestillede Sporer, hvis Spiring ikke er iagttaget.

B. termophilum vokser langsomt og ikke ved Temperaturer under 42⁰. Derfor henregner vi den til de termofile Bakterier (se p. 123), der udmærker sig ved at vokse og have deres Optimum ved langt højere Varmegrader end de fleste andre levende Væsener.

Paa Agar vokser den som en hvid Skive paa Overfladen; i Bouillon finder livlig Vækst Sted ved 50⁰, idet Vædsken plumres og der dannes en Hinde paa Overfladen.

Minimum 42⁰, Optimum 50⁰—60⁰, Maximum 72⁰.

Bacterium viridulum Migula, *Bacillus termophilus II* Lydia Rabinowitsch

hører ligeledes til de termofile Bakterier. Optræder som slanke, undertiden næsten kommaformede Stave med kornet Indhold; de angives at danne midtstillede runde Sporer, hvis Spiring ikke er iagttaget.

B. viridulum er fakultativ anaërob og viser det interessante Forhold, at den kan vokse allerede ved 33⁰ uden Iltadgang (anaërobt), medens den, naar Ilt er tilstede vokser bedst ved Temperaturer mellem 60⁰—70⁰ (se ogsaa p. 123).

Paa Agar dannes der grønlige, kornede Kolonier og paa Kartoffelskiver graa-gullige Kolonier med bugtet Rand.

Findes hyppigt i Jord, Sne, Exkrementer o. s. v.

Foruden de nævnte Arter kendes et Antal andre termofile Bakterier, som er studerede af Lydia Rabinowitsch (af hende benævnede *Bacillus termophilus* I, III, IV o. s. v.); om flere af disse gælder det samme Forhold, som vi saa hos *B. viridulum*, nemlig at de er i Stand til at vokse anaërobt ved lavere Temperaturer (34°—44°), medens deres Optimum i aërob Tilstand ligger langt højere som det sædvanligt er Tilfældet hos de termofile Bakterier.

Bacterium phosphorescens B. Fischer (= *Photobacterium phosphorescens* Beijerinck ifølge Ludwig).

Optræder som korte næsten Mikrokok-lignende plumpe Stave, som i Reglen er indesluttede i en Zoogløa; de farves let og danner ikke Sporer.

Arten hører til den biologiske Gruppe Lysbakterierne (se p. 169—71 og 217) og er funden paa selvlysende Fisk; den lyser med et smaragdgrønt Lys. Den har sit Lys-Optimum ved 15°—25°, ved 0° lyser den endnu, men ikke ved Temperaturer over 32°.

Lader sig dyrke paa Gelatine (Saltvands-Pepton-G.), hvor den vokser uden at smelte Gelatinen som graalige efterhaanden smudsigbrune Kolonier paa Overfladen.

Findes i nordligere Have og er ofte Aarsag til, at døde Fisk lyser.

Bacterium Nitrobacter (Winogradsky) Lehmann & Neumann.

Smaa langagtig-ovale Stave af 0,5 μ Længde og 0,15—0,25 μ Bredde, omgivne af en tynd Slimkapsel.

Hører til den biologiske Gruppe Salpeterbakterierne (Nitrobakterierne) og herunder endvidere til Nitratbakterierne (se p. 93—94 samt 103—4) som ilter Nitriter til Nitrater.

Paa de sædvanlige Næringssubstrater, som jo indeholder organisk Kulstof, vokser *B. Nitrobacter* ikke, og i det hele taget har organisk Kulstof en skadelig Indflydelse paa denne Bakterie, men den lader sig dyrke i en Opløsning af Nitriter og andre uorganiske Salte, paa Gipsblokke gennemtrukne hermed (p. 104) eller paa en nitritholdig Gelé af Kiselsyre-

hydrat samt endelig ogsaa paa Nitrit-Agar med ringe (1,5 %) Agarindhold. Den formaar saaledes at trives paa Substrater, der er absolut fri for organisk Kulstof; sit Kulstofbehov dækker den ved at assimilere Kulstoffet i uorganisk Form, nemlig som Luftens Kulsyre; denne Assimilation foregaar i Mørke, og den nødvendige Energi forskaffer Bakterierne sig ved Nitriternes Iltning til Nitrater (se p. 93). Hvis Luftens Kulsyre udelukkes, finder ingen Iltning Sted.

Optimum for Nitratdannelsen ligger ved ca. 35°; ved Temperaturer mellem 15° og 10° gaar den kun meget langsomt for sig og mellem 10° og 1° havde der efter en Maaneds Forløb ikke fundet nogen Iltning Sted (Stutzer). Foruden af Temperaturen og Tilstedeværelsen af Kulsyre er Nitratdannelsen afhængig af Næringssubstratets Reaktion; den foregaar bedst ved svag alkalisk Reaktion, dog ogsaa ved neutral (Stutzer).

Nitratbakterierne formaar ikke at ilte Ammoniakforbindelserne, ja disse virker endog som en kraftig Gift paa dem (Winogradsky og Omeliansky, se p. 104 og 149).

Nitratbakterierne forekommer overalt i Jordbunden, hvor de straks ilter de af Ammoniaksaltene ved Nitritbakteriernes Virksomhed dannede Nitriter videre til Nitrater. Derfor finder man under normale Forhold i Jordbunden kun det højeste Iltningsled, nemlig Nitraterne. Nitratbakterierne er saaledes af enorm Betydning som naturlige Salpeterdannere.

Stutzer betvivler, at den af ham undersøgte Nitratdanner er en virkelig Bakterie; han vil hos den have iagttaget gærlignende Celleformering og benævner den med det mere indifferente Navn »*Nitromikrobium*«.

Bacterium amethystinum (Eisenberg) Migula.

Korte (1,0—1,4 μ lange, 0,5—0,8 μ brede) Stave med afrundede Ender. De danner ikke Sporer.

I Pladekulturer paa Gelatine dannes der mørkeviolette Kolonier, samtidig med at Gelatinen smeltes.

Bacterium pyocinnabareum (Ferchmin, Kruse) Migula er uden at være patogen funden i Pus fra friske Saar. Den danner et mørkerødt Farvestof.

Røde og gule Farvestoffer dannes af mange andre Arter hørende til Slægten *Bacterium*.

Bacterium petroselini Burchard.

Cylindriske, let buede Stave af 2,4—2,8 μ Længde og 1,33 μ Bredde. Danner langagtig-ægformede Endosporer, der oftest er midtstillede og omgivne af en dobbelt Sporevæg, nemlig en tyk ydre og en tyndere indre Hinde. Dette Forhold kendes hidtil kun hos faa Bakteriearter. Sporernes Spiring er polar, og man ser her tydeligt hvorledes den unge Kimstav afkaster de to Hinder.

B. petroselini er funden i raadnende Petersille; den vokser let paa vore almindelige Substrater.

Bacterium brachysporum Burchard udmærker sig ved sine ejendommeligt kantede næsten kvadratiske Sporer, hvis Spiring er polar.

Bacillus Cohn, Migula.

Cellerne er cylindriske, stavformede, frie eller forbundne til Traade. De er forsynede med diffuse Cilier, og Arterne er derfor i kortere eller længere Tid af deres Liv, bevægelige. Endosporedannelse kendes hos mange Arter.

Til Slægten *Bacillus* hører et meget stort Antal Arter (henimod 500 kendte, hvoriblandt flere er patogene.

A. Patogene Arter.

Bacillus Tetani Nicolaier.

Stavene er slanke, 0,5—0,7 μ brede og 2—6 μ lange; de er bevægelige og forekommer enten enkeltvis eller forenede til korte Traade. Ciliernes Antal er meget stort. Cellerne farves let med de sædvanlige Farvestoffer, ogsaa efter Gram og Claudius. Endosporedannelse finder Sted;

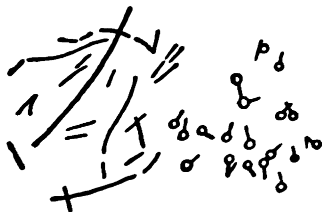


Fig. 150. *Bacillus Tetani* Nicolaier Vegetative samt sporeførende Celler. ($\frac{1000}{1}$). (Efter Flügge.)

i hver Celle dannes een kuglerund eller ægformet, stedse endestillet Spore, der er tykkere end Staven, og Cellerne antager herved den karakteristiske Trommestikform. Spiring af Sporerne er ikke iagttaget.

B. Tetani er Aarsag til Saarstivkrampe (Tetanus) og er foruden for Mennesket patogen for flere Dyr (Heste, Hunde, Faar, Mus, Kaniner o. s. v.).

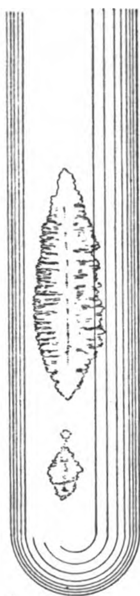


Fig. 151. *B. Tetani* Nicolaier. Stikkultur i Gelatine. Naturl. Størrelse. (Efter Ball).

Anaërobiont, som bedst dyrkes uden Adgang af Ilt (f. Eks. i en Brintatmosfære); dog angives den at kunne trives i atmosfærisk Luft ved ringe Lufttryk (indtil 20^{mm}) og man skal efterhaanden kunne danne Racer, som kan vokse under sædvanligt Lufttryk (se p. 117—19).

Den vokser allerede ved almindelig Stuetemperatur, men har sit Optimum ved 37^0. I Pladekulturer paa Gelatine dannes hvidlige skimmelsvamplignende Kolonier, der langsomt smelter Gelatinen. I Stikkulturer i høje Gelatinelag (bedst er Druesukker-Gelatine), forbliver den øverste Del af Podestikket sterilt, medens det i en Dybde af et Par Centimeter under Overfladen udsender talrige radiært udstraalende spidse Fortsættelser; efterhaanden smeltes Gelatinen under Udvikling af Luftarter.

Foruden i Saarsekreter af Tetanussyge findes *B. Tetani* ofte i Tarmene hos Planteædere og endvidere næsten overalt i Jordbunden, hvor den formaar at holde sig levedygtig i Sporetilstand. At man har fremstillet Anti-Tetanus-Serum er nævnt p. 204.

Bacillus Chauveaui Arloing, Cornevin, Thomas, *B. carbonis* Migula, *B. sarcophysematos* Kitt, *Miltbrandsemfysem*, *brandigt Emfysem*, *Raslesyge*.

Stavene er cylindriske med afrundede Ender, 1 μ brede og 3—5 μ lange, viser livlige Bevægelser; de forekommer oftest enkeltvis, sjældent forbundne til korte Traade. Cilierne er i stort Antal spredte over hele Celleoverfladen;

ligesom hos de store Vandspiriller (*Sp. undula* o. s. v.) klæber de let sammen til saakaldte Ciliepiske (se p. 31). Cellerne farves let og sikkert efter Claudius; derimod er Angivelserne om Farvning efter Gram modstridende. Endosporedannelse finder Sted; i hver Celle dannes een ægformet Spore, der oftest ligger henimod den ene Ende af den Clostridium- eller kølleformet opsvulmede Modercelle. Sporedannelsen finder Sted ved ca. 37°; Spiringen af Sporerne er ikke iagttaget.



Fig. 152. *Bacillus Chauveaui* Arloing Cornevin, Thomas. 1. Vegetative, 2. Sporebærende Celler. $^{600}/_1$. (Efter Kitasato).

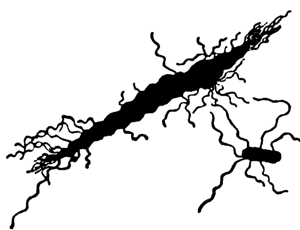


Fig. 153. *Bacillus Chauveaui* Arloing, Cornevin, Thomas. Celler med Ciliepiske. $^{1000}/_1$. (Efter Flügge).

B. Chauveaui fremkalder hos Hornkvæget det frygtede Miltbrandsemfysem (brandigt Emfysem, Raslesyge, Rauschbrand, charbon symptomatique), som er sjælden her i Landet, men ret hyppig i visse andre Lande (f. Eks Bayern, Alpelandene, Frankrig); den er desuden patogen for Faar og Geder, men af vore almindelige Forsøgsdyr kun for Marsvin; heller ikke er Mennesket modtageligt.

Anaërobiont (eller ifølge senere Undersøgelser snarere delvis Aërobiont, se p. 117—19), som bedst dyrkes uden Adgang af Ilt (under en Brintatmosfære eller i høje Lag af Agar eller Gelatine). Den vokser allerede ved almindelig Stuetemperatur, bedst ved ca. 37°, men Dyrkningen er ofte forbundet med Vanskelighed. Dens Kolonier ligner *B. Tetani*'s; de smelter Gelatinen og udvikler en stinkende, putrid Lugt. I flydende Næringssubstrater mister den snart sin Virulens.

Ved Hjælp af sine modstandsdygtige Sporer formaar *B. Chauveaui* under naturlige Forhold at bevare Livet udenfor Værtorganismen; i visse Egne er den en udbredt Jordbakterie.

Man kan med Held »vakcinere« mod Raslesyge ved at indpode Dyrene med Bakterier, som er svækkede ved Indvirkning af høje Temperaturer; herved faar Dyrene Sygdommen i ringe Grad og opnaar samtidig Immunitet. (Jfr. Hønsekolera p. 35).

Beslægtet med *B. Chauveaui* synes den af Ivar Nielsen og C. O. Jensen beskrevne Bradsot-Bacillus (*B. gastromycosis ovis* Ivar Nielsen) at være; den er Aarsag til en paa Island, Færøerne, Skotland og Norge optrædende Sygdom hos Faarene. Den er anaërob og danner modstandsdygtige Sporer.

Bacillus oedematis maligni Koch, »*Vibrion septique*« Pasteur, *Malignt Ødem.*

Cylindriske (3 μ lange, 1 μ brede Stave, der forekommer enkeltvis eller ofte forenede til lange, buede Traade (Forskel fra *B. Chauveaui*). Bevægelig ved Hjælp af talrige meget lange, mest sidestillede Cilier. Angivelserne om Farvning efter Gram er modstridende, men den farves godt og sikkert efter Claudius. Endosporedannelse finder Sted i de frie Stave, som ofte svulmer op paa Midten; der dannes i hver Celle kun een Spore, hvis Spiring ikke er iagttaget.

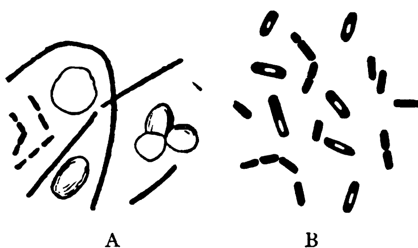


Fig. 154. *Bacillus oedematis maligni.* *A* Vegetative Celler og Traade fra Milten af et Marsvin. *B* Sporeførende Celler fra Renkultur. *A* 700/1 (efter Koch); *B* 1000/1 (efter Lehmann et Neumann).

Aarsag til det saakaldte maligne Ødem og er foruden for Mennesket patogen for de fleste af vore Forsøgs- og Husdyr.

Anaërobiont (eller ifølge senere Undersøgelser snarere delvis fakultativ Aërobiont (se p. 117—19), der vokser bedst uden Adgang af Ilt allerede ved almindelig Stuetemperatur (Optimum 37°). I sine Dyrkningsforhold ligner den de to foregaaende Arter; den smelter under Luftudvikling Gelatinen.

Forekommer meget udbredt overalt i dyrket Jord, i Støv, Smuds o. s. v., hvor den holder sig levedygtig i Sporetilstand; den findes ogsaa hyppigt i planteædende Dyrs Tarmkanal.

Bacillus botulinus van Ermengem, *Botulismus.*
er en anaërob, sporedannende Art, der i sine morfologiske og kulturelle Forhold slutter sig til de foregaaende. Den producerer den stærke Botulismus-Gift og spiller en Rolle ved visse Kødforgiftningstilfælde, men formerer sig ikke i Organismen, og Indpodning af dræbte Kulturer har samme Virkning som de levende Bakterier.

Bacillus typhi Gaffky, *Tyfus.*

Stavene er 1—3—5 μ lange og gennemsnitlig 0,8—1 μ brede i ufarvet og 0,5—0,8 μ i farvet Tilstand; de er ofte forenede i leddede eller uleddede Traade. Talrige (10—14) Cilier af varierende Længde er tilstede, og Stavene viser livlige Bevægelser. Sporedannelse er ukendt; hvad man tidligere hos Tyfus har ment var Sporer, er de saakaldte Polkorn (se p. 22), som især dannes paa Kartofler af svagt surt Reaktion. Polkorndannelsen i Kulturer paa sure Kartofler angives at være meget konstant, saa at den skal kunne anvendes som Skelnemærke mellem Tyfus og Coli samt alle andre tyfuslignende (pseudotyføse) Bakterier (Migula), men Rigtigheden heraf benægtes af andre Forfattere. Tyfusbacillerne farves let, de affarves efter Gram og Claudius.



Fig. 155. *Bacillus typhi* Gaffky. Celler fra Renkultur. *a* enkelte Celler, *b* en længere Traad, *c* ciliebærende Celler. $^{780}/_{1}$. (Efter Weichselbaum).

Aarsag til Tyfus hos Mennesket, hvor den under Sygdommen foruden i Tarmvæggen (Tarmindholdet og Ekskrementerne) navnlig forekommer i Mesenterialkirtlerne og Milten. Hos Dyr er det ikke lykkedes ved Indpodning af Tyfusbacillen at fremkalde nogen tyfuslignende Sygdom, men Tyfusbacillen er paa anden Maade patogen (toksisk) overfor flere af de almindelige Forsøgsdyr (Marsvin, Kaniner o. s. v.).

Fakultativ Anaërobiont. Den vokser allerede ved almindelig Stuetemperatur (Minimum 9°, Optimum 37°). Paa kunstige Substrater lader den sig let dyrke. Udseendet paa Gelatineplader er karakteristisk for Tyfusbacillen og en Gruppe af nærstaaende Former; her dannes paa Overfladen

tynde, gennemskinnende, graalige Hinder med svag blaalig-hvid Perlemoderglans; fra den tykkere ofte noget excentrisk beliggende Kerne udgaar talrige anastomoserende Linier til Randen, der er uregelmæssigt takket eller indbugtet.

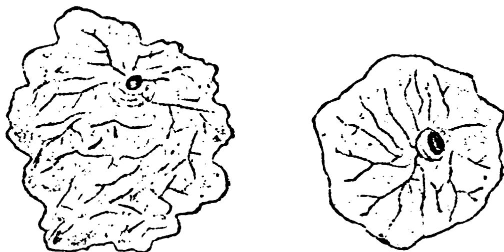


Fig. 156. *Bacillus typhi* Gaffky.
Pladekulturer paa Gelatineoverflade. (Efter Flügge).

I Gelatinestikkulturer fremkommer der langs Podestikket en hvid, kraftig, traadformet Vækst, paa Overfladen en tynd, gjennemskinnende Belægning der ligner Pladekulturerne. Gelatinen smeltes ikke. Særlig ejendommelig er Væksten paa svagt sure Kartofler; her vokser Tyfusbacillen meget yppigt og breder sig snart ud over hele Snitfladen paa denne uden at frembringe nogen anden Forandring end et lidt fugtigt Udseende (Modsætning til *B. coli*). Til Adskillelse fra andre lignende Bakterier skal endnu nævnes, at *B. typhi* ikke forgærer Mælkesukker til Mælkesyre, ligesom den ikke danner Indol i en Peptonopløsning. (Under visse Omstændigheder er det sidste dog Tilfældet). Om Diagnose af Tyfus ved Widal's Prøve jfr. p. 198 Anm.

Tyfusbacillerne er ret modstandsdygtige mod skadelige ydre Indvirkninger (Udtørring, Kulde, derimod ikke mod høje Varmegrader); under naturlige Forhold kan de udenfor Organismen i kortere eller længere Tid holde sig levedygtige i Vand.

Bacillus coli (Escherich) Migula, *Bacterium coli commune* Escherich

ligner Tyfusbacillen saa meget i sine morfologiske og kulturelle Forhold, at den ved disse næppe med Sikkerhed kan adskilles fra denne; den affarves efter Gram og Claudius.

Typiske Colikulturer udviser følgende Forskelle. Cellerne forekommer næsten altid enkeltvis (er ikke som ofte hos Tyfus forenede til Traade). Ciliernes Antal er mindre end hos Tyfus. I Kulturer paa svagt sure Kartofler vokser den som en synlig, glinsende, gul Belægning; Polkorndannelse finder her ikke Sted. Mælkesukker (og et stort Antal andre Sukkerarter) forgæres til Mælkesyre og andre Produkter. I Opløsninger af Pepton dannes Indol. Disse Forhold kan i typiske Tilfælde være tilstrækkelige til at adskille Coli fra Tyfus og andre lignende Bakterier, men imidlertid træder de ikke stedse frem med samme Konstans, idet de indenfor samme Kultur er underkastede Variation, og desuden synes Colikulturer med forskelligt Ophav ogsaa ofte at udvise forskellige Forhold. I det hele taget er det, som gaar under Navnet »*Bacillus coli*« sikkert ikke nogen enkelt Bakterieart, men en Gruppe af nærstaaende Arter, som vi endnu ikke formaar at udrede fra hverandre med Sikkerhed.

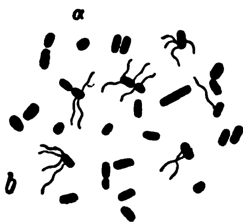


Fig. 157. *Bacillus coli* (Escherich). Celler fra Renkultur. Ciliefarvn. efter Löffler. 780/1. (Efter Weichselbaum).

B. coli forekommer regelmæssigt i Tarmkanalen hos Mennesker og Dyr og er ogsaa ofte funden udenfor den levende Organisme (i forskellige Fækalstoffer og dermed forurenet Vand). Den er i Besiddelse af en vis Virulensgrad; hos sunde Individer er den dog kun forholdsvis sjælden Aarsag til Sygdomme, men derimod oftere, naar Organismens Modstandskraft af en eller anden Grund er svækket; den kan da trænge ind i Tarmvæggen, Bughulen eller Blodbanerne og give Anledning til forskellige Lidelser.

Bacillus cholerae suum Migula, *B. suipestifer* Kruse.

Stavene er 1,2—1,5 μ lange og 0,6—0,7 μ tykke; de forekommer undertiden forenede til lange Traade. Talrige Cilier er tilstede, og Stavene er meget livligt bevægelige. Farves let, ofte kun ved Polerne (jfr. Hønsekolera); affarves efter Gram. Sporedannelse er ukendt.

Aarsag til den farlige Svinepest (Hog-cholera, Swine-fever); den er patogen for nogle af vore Forsøgsdyr.

Fakultativ Anaërobiont, der lader sig dyrke paa alle vore sædvanlige Substrater, bedst ved 37°; den smelter ikke Gelatinen. Forgærer Druesukker, men ikke Mælkesukker.

Bacillus icteroïdes Sanarelli.

Stave af 2—4 μ Længde med afrundede Ender; de forekommer oftest enkeltvis eller parvis og er tilbøjelige til Involution. Affarves efter Gram. Sporedannelse ukendt.

Fundet ved mange Tilfælde af gul Feber; om den er dennes Aarsag, tør dog ikke betragtes som afgjort. Den er fakultativ Anaërobiont, som let dyrkes paa de sædvanlige Næringssubstrater.

Bacillus pestis Kitasato, Yersin, *Byldepest (Bubonpest).*

Korte, stavformede, ovale eller næsten kugleformede Celler, der ofte, saavel i den levende Organisme som i kunstige Kulturer, er omgivne af en tydelig Kapsel. De har Cilier, som er spredte over hele Overfladen; men Bevægeligheden er kun ringe og kommer kun frem i unge Kulturer (Migula). I kunstige Kulturer dannes let ganske uregelmæssige Involutionsformer. Farves let, især i Nærheden af Cellernes Poler (jfr. Hønsekolera); affarves efter Gram. Sporedannelse er ukendt.



Fig. 158. *Bacillus pestis.* Celler fra Renkultur i Bouillon. 1000/1. (Efter Lehmann & Neumann).

Aarsag til Byldepest; foruden for Mennesket er den patogen overfor de fleste varmblodige Dyr, i ganske særlig Grad overfor Rotter, der ofte hjemsøges af Epidemier, og som man derfor tilskriver Betydning som Udbredere af Pesten og dens Overførelse til Mennesket.

Fakultativ Anaërobiont, der let dyrkes paa alle vore kunstige Næringssubstrater, allerede ved Stuetemperatur (Minimum ca. 5°, Optimum ca. 37°, Maximum ca. 43°). I Pladekulturer dannes smaa hvidgraa Kolonier med udbugtet, iriserende Rand. I Stikkulturer fremkommer der langs Podestikket en kraftig, hvid, traadformet Vækst, paa Overfladen en tynd hvidlig Belægning. Gelatinen smeltes ikke.

Mod skadelige ydre Indvirkninger (Udtørring, ekstreme Temperaturer o. s. v.) synes Modstandsdygtigheden hos *B. pestis* kun at være ringe.

Om Anti-Pestgift-Serum jfr. p. 204.

Bacillus typhi murium Löffler, *Musetyfus.*

Korte, bevægelige Stave af forskellig Tykkelse; undertiden er de forenede til Traade. Et stort Antal Cilier er til Stede. Farves let med de sædvanlige Farvestoffer, ogsaa efter Gram. Sporedannelse er ukendt.

Patogen for Mus (især Markmus), men ikke for vore Husdyr; hos Markmus er den undertiden Aarsag til store Epidemier, og man har derfor, som det synes ofte med Held, søgt at udrydde Markmus paa dyrket Jord ved Hjælp af denne Bakterie; muligvis drejer det sig dog her kun om spontane Epidemier.

Fakultativ Anaërobiont, der let dyrkes paa vore sædvanlige Næringssubstrater, allerede ved almindelig Stuetemperatur. Dens Dyrkningsforhold frembyder intet særligt karakteristisk.

B. Ikke patogene Arter.

Bacillus subtilis (Ehrenberg) Cohn, *Høbacillen.*

Stavene er 2—8 μ lange, 0,7 μ tykke og har afrundede Ender. De er ofte forenede til lange Traade. Cellerne farves let, ogsaa efter Gram. Et Antal (6—8) lange Cilier er spredt over Cellernes Overflade. Sporedannelse finder Sted i de lange leddede Traade, hvor der i hver Celle kun dannes een elliptisk tykvægget Spore (p. 46), uden at Modercellen forandrer sin Form. Sporernes Spiring er ækvatorial; man finder ofte Spiringsstadier som det, der er afbildet i Fig. 72, hvor Kimstaven bøjes hesteskoformet, fordi dens Ender omsluttes af de hætteformede Sporevæghalvdele.

B. subtilis er en meget udbredt og almindelig Saprofyt, som man i ethvert Høinfus er sikker paa at træffe i stort Antal; den er ogsaa almindelig i Vand.

Udpræget Aërobiont, men kan dog ogsaa vænnes til lavere Iltspænding (se p. 119); den dyrkes let paa alle vore Substrater (Minimum 6°, Optimum 30°, Maximum 50°).

Gelatinen smeltes hurtigt. I Kulturer paa flydende Næringsbund (saaledes f. Eks. et Høafkog) vokser den paa Overfladen som en rynket, smudsigfarvet Hinde, bestaaende af lange, traadformede Celleforbindelser, der ved gunstige Temperaturer snart indtræder i Sporedannelse.

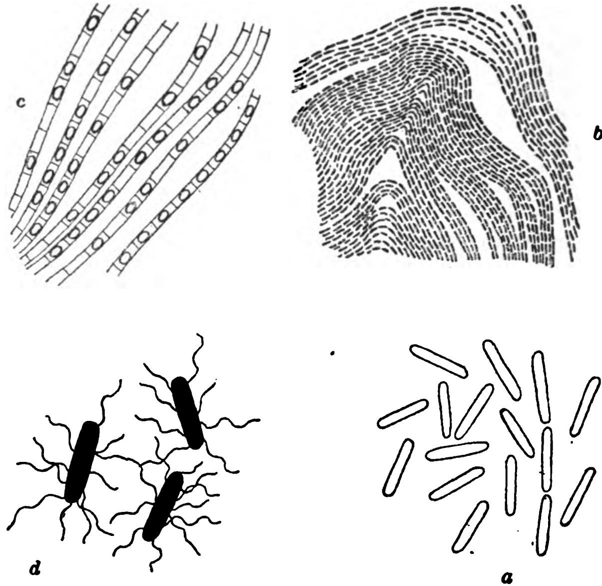


Fig. 159. *Bacillus subtilis* (Ehrenberg) Cohn.
a sværmende (ufarvede) Stave; *b* kædeformede Celleforbindelser; *c* sporedannende Traade; *d* sværmende Stave, hvis Celler er farvede. *a*, *c*, *d* $^{1000}/_1$, *b* $^{100}/_1$. (Efter Migula).

B. subtilis er en af de bedst undersøgte Bakterier; den har en betydelig historisk Interesse, ved at den er den første Bakterie, hvor Sporedannelse iagttoges (Cohn 1877).

Bacillus Megatherium de Bary.

Korte, cylindriske, rette eller svagt krummede Stave af 2,5 μ Tykkelse. Cellerne er ofte forenede til kortere eller længere Traade, der bestaar af meget lave, næsten isodiametriske Celler. Stavene er bevægelige ved Hjælp af 4—8 Cilier. I hver af de lave Traadceller dannes een oval, tykvægget

Spore, uden at Modercellen forandrer sin Form. Sporernes Spiring er ækvatorial. Farves efter Gram og Claudius.

B. Megatherium dyrkes let paa alle vore Substrater. Den er oprindelig funden af de Bary paa kogte Kaalblade.

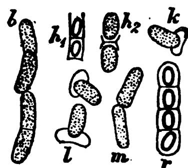


Fig. 160. *Bacillus Megatherium* de Bary. *l* og *m* unge vegetative Celler; *h* og *r* Celler med modne Sporer. *l* og *k* spirende Sporer. $^{600}/_1$. (Efter de Bary).

Bacillus oxalaticus Zopf.

Meget store Stave med stumpt afrundede Ender (4—8 μ lange, 2,6—3 μ brede); de er undertiden forenede til Traade. 6—14 Cilier. I hver Celle dannes een lille, ellipsoidisk Spore, hvis Spiring ikke er iagttaget.

B. oxalaticus dyrkes let paa alle vore Substrater; paa Grund af sin betydelige Størrelse egner den sig godt til morfologiske Undersøgelser.

Bacillus vulgatus Flügge (Migula), *B. mesentericus vulgatus* Flügge, den almindelige *Kartoffelbakterie*.

Korte tykke Stave, der ofte er forenede til faaleddede Traade. Cellernes Ender farves lettere end Midten. Stavene har talrige lange Cilier og udfører livlige Bevægelser. I hver Celle dannes een langagtig, tykvægget Spore, uden at Modercellens Form forandres.



Fig. 161. *Bacillus mesentericus fuscus* Flügge. Celler fra Renkultur, tildels med Sporer. $^{800}/_1$. (Efter Lehmann & Neumann).

Dyrkes let paa vore sædvanlige Substrater, hvor den vokser hurtigt allerede ved Stuetemperatur; den smelter Gelatinen. Mest karakteristisk er Væksten paa Kartoffelskiver; her breder Bacillen sig snart over hele Snitfladen som en smudsighvid klæbrig Belægning med talrige netformede Rynker og Folder, som giver den et krøslignende Udseende (heraf Navnet »*mesentericus*«).

B. vulgatus indeholder flere Enzymer, dels et proteolytisk (hvorved den smelter Gelatinen) dels et diastatisk og endelig et løbeagtigt, hvorved den i Mælk udfælder Kaseïnet; senere opløses det udfældede Kaseïn ved Hjælp af det proteolytiske Enzym.

Sporernes Modstandskraft mod høje Temperaturer er overordentlig stor. Denne Egenskab deler *B. vulgatus* med flere andre Bakterier, som man i Almindelighed sammenfatter under Navnet Kartoffelbakterier, *B. mesentericus fuscus*, *B. mesentericus ruber* o. s. v.), fordi de ofte spontant bedækker utilstrækkeligt steriliserede Kartoffelskiver med deres netformede Zoogløamasser. (Deres Sporer, som hæfter fast paa Kartoflernes Overflade, er nemlig saa sejglivede, at de overleve Sterilisationen). Eksempelvis kan det saaledes nævnes, at strømmende Vanddampe af 100° først formaar at dræbe Sporerne hos *B. mesentericus ruber* efter 5 1/2—6 Timers Indvirkning. (I Vanddampe af 113°—116° dræbes de i Løbet af 25 Minutter, af 122°—123° i 10 Minutter, af 127° i 2 Minutter og endelig ved 130° øjeblikkeligt). Ogsaa overfor Gifte viser Kartoffelbakteriernes Sporer en overordentlig Resistens (Globig).

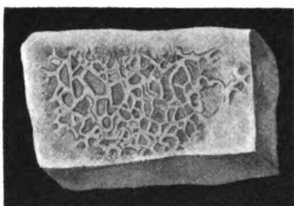


Fig. 162. *Bacillus mesentericus fuscus.* Kultur paa Overfladen af en Kartoffelskive, 5 Dage ved 22°. Naturlig Størrelse. (Efter Lehmann & Neumann).

Kartoffelbakterierne er Aarsag til, at Brød undertiden omdannes til en klæbrig, ubehagelig sødligt lugtende Masse.

Bacillus mycoïdes Flügge, *Rodbakterien.*

Stavene er omtrent 1 μ brede og oftest forenede til lange Traade, der klæber sammen til tykkere Strænge. Cellerne farves let, ogsaa efter Gram. I de lange Traade finder Sporedannelse Sted (f. Eks. let i Kartoffelkulturer), og der dannes i hver Celle een ellipsoidisk Spore, uden at Modercellerne forandrer Form. Sporernes Spiring er ikke iagttaget.



Fig. 163. *Bacillus mycoïdes* Flügge. Pladekultur paa Overfladen af Agar, 1 Dag ved 22°. 100/1. (Efter Lehmann & Neumann).

Aërobiont, som let

dyrkes paa alle vore Næringssubstrater, hvor den vokser yppigt og hurtigt; den smelter Gelatinen.

Dens Kolonier er meget karakteristiske, navnlig i Pladekulturer; de er nemlig rodagtig forgrenede, idet der fra det noget tættere Centrum i alle Retninger udstraaler fine, hvidlige, stærkt forgrenede Strænge, saa at Kolonien nærmest faar Lighed med en Skimmelsvampkoloni.

B. mycoïdes forekommer meget almindeligt i Jord; paa Grund af Koloniernes Udseende kalder man den sædvanligt Rodbakterien. Ogsaa andre Bakteriearter danner lignende rodagtig forgrenede Kolonier (f. Eks. *B. ramosus* Frankland, »Wurzelbacillus« Fränkel).

Bacillus vulgaris (Hauser) Migula, *Proteus vulgaris* Hauser.

Stavene er 0,4—0,6 μ tykke og af meget variabel Længde; de vokser ofte ud til lange, tilsyneladende uleddede, ofte bøjede eller endog snoede Traade. Stavene er tæt besatte med Cilier, der staar spredt over hele Overfladen. Involutionsformer dannes let. Sporedannelse er ikke iagttagen.

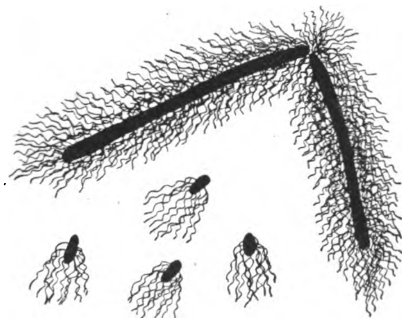


Fig. 164. *Bacillus vulgaris* (Hauser) Mig. Ciliebærende Celler fra Renkultur. 1000/1 (Efter Migula).

B. vulgaris er en af de almindeligste Forraadnelsesbakterier (se p. 196), hvortil vi nu henfører et stort Antal Bakteriearter, som tidligere sammenfattedes under det Cohn'ske Navn *Bacterium termo*; som omtalt p. 196 kan vi til Forraadnelsesbakterierne egentlig godt henregne alle de Arter, som er virksomme ved Æggehvidestoffernes Spaltning; dog er der visse Former, som man oftest forefinder, hvor Forraadnelsen finder Sted, og som man kan betegne om Forraadnelssesbakterier i snævrere

Forstand (*Bacillus (Proteus) vulgaris*, *B. (Proteus) mirabilis*, *B. (Proteus) Zenkeri*, *B. putrificus* o. s. v.).

B. vulgaris er en fakultativ Anaërobiont, som let dyrkes paa alle vore almindelige Næringssubstrater, bedst ved 20° —24°; den smelter Gelatinen.

Bacillus radicicola Beijerinck, *Rhizobium leguminosarum* Frank, Bælgplanternes Rodknoldbakterie.







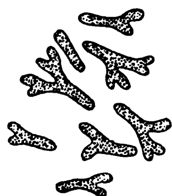


Fig. 165. *Bacillus radicicola* Beijerinck. *a* stavformede Bakterier, *d* Bakteroïder; *b* og *c* viser Bakterioïdernes Dannelse. 700/1. (Efter Beijerinck).

Optræder som frie, bevægelige Stave med afrundede Ender, og med en Længde af 3—4 μ og en Bredde af ca. 1 μ. Sporedannelse er ukendt. Foruden disse større Stave skal der ifølge Beijerinck forekomme nogle meget mindre (0,9 μ lange, 0,18 μ brede, som han paa Grund af deres store Bevægelighed betegner som Sværmere.

B. radicicola er Aarsag til de ejendommelige Knolde, som konstant findes paa Rødderne hos Bælgplanterne (Leguminoserne) og enkelte andre Planter (*Alnus*, *Elæagnus*, *Hippophaë*, *Podocarpus*). Det er tvivlsomt om de forskellige Plantearters Knoldbakterier tilhører een og samme Art, eller med andre Ord om »*B. radicicola*« er een Art med forskellige Varieteter (en paa Vikker, en anden paa Lupiner o. s. v.), eller om hver Bælgplanteart huser sin specielle Bakterieart. I alle Tilfælde drejer det sig her om konstante Varieteter, som har tilpasset sig til Livet i de forskelligartede Bælgplanter; thi den ene Arts Knoldbakterier formaar ikke uden særlig Tilvænning (Omdyrkning) at frembringe Knolde hos den anden.

Naar Bakterien er trængt ind i Bælgplantens Rødder

og har foraarsaget Dannelsen af Knoldene, deler de sig først meget livligt; men derefter omdannes de til de saakaldte Bakteroïder, grenede Involutionsformer, som til sidst gaar til Grunde og tjener Bælgplanterne som Æggehvidenæring. Forholdet mellem Bælgplanterne og Knoldbakterierne synes at maatte opfattes som et Samliv, under hvilket Assimilation af Luftens frie Kvælstof finder Sted ved Bakteriernes Hjælp, men det er iøvrigt ikke fuldt ud opklaret (se nærmere p. 98—103).

Knoldbakterierne er strængt aërobe; de lader sig dyrke (ved Stuetemperatur) paa en Gelatine, hvortil der er sat et Afkog af Bælgplantedele (Blade, Rødder o. s. v.) samt Sukker og en Smule Asparagin; de danner her store hvidlige rundagtige Kolonier, som ikke smelter Gelatinen. Ligesom i Rodknoldene dannes ogsaa let Involutionsformer i Renkulturer, nemlig paa et svagt surt Substrat eller ved Dyrkning ved højere Varmegrader (35°) (Mazé).

Om Renkulturer af Knoldbakterier, der gaar i Handelen under Navnet Nitragin, se p. 103.

Bacillus Pasteurii (Miquel) Migula, *Urobacillus Pasteurii* Miquel.

Stavenes Tykkelse og Længde er forskellig efter Substratets Beskaffenhed. Paa Kødvandsagar med 2 % Urinstof naar de en Længde af 4—5 μ og en Tykkelse af 1,5 μ. Talrige, lange, diffuse Cilier. Sporerne er kugleformede og ca. 1 μ i Diameter; de er i Reglen endestillede i Modercellerne, sjældnere forekommer *Clostridium*-lignende, paa Midten opsvulmede Moderceller.

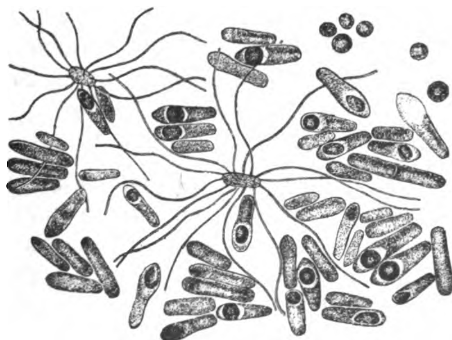


Fig. 166. *Bacillus (Urobacillus) Pasteurii* (Miquel) Migula.
Vegetative og sporeførende Celler samt isolerede Sporer fra Renkultur. 2580/1. (Efter Beijerinck).

Arten hører til den biologiske Gruppe Urinstofbakterierne (Urobakterierne), som forekommer i raadnende Urin og karakteriseres ved at indeholde Enzymet Urase, som under Vandoptagelse omdanner Urinstof til kulsurt Ammoniak. Den er i denne Henseende den kraftigst virkende af alle Urinstofbakterier og er istand til at omdanne 3,3 Gr. Urinstof pr. Time og pr. Liter (Beijerinck). I Modsætning til de andre Urinstofbakterier vokser denne Art kun paa de sædvanlige faste Substrater, naar frit kulsurt Ammoniak er tilstede (Urinstof-Ammoniumkarbonat-Gelatine). Optimum ved 32° C., Maximum ved ca. 45° C., Minimum 6° C.

Forekommer overalt i Støv og Jord; i raadnende Urin kun, naar denne er særlig rig paa organiske Stoffer.

Bacillus denitrificans Migula, *B. denitrificans agilis* Ampola & Garino, *Bacterium agile* Lehmann & Neumann, Hj. Jensen.

Slanke, tynde Stave med en Længde af 1—2,5 μ og en Tykkelse af 0,3—0,5 μ; de er forsynede med 8—10 lange Cilier og udfører meget livlige Bevægelser. Farves let. Sporedannelse er ukendt.

Fakultativ Anaërobiont, hvis Optimum ligger ved 36°. Den lader sig dyrke paa vore sædvanlige Substrater, hvor den trives bedst, naar de indeholder Salpeter. Dens Kolonier er hvidlige uden noget særligt karakteristisk Udseende; den smelter ikke Gelatine.

B. denitrificans hører sammen med flere andre Arter (*B. denitrificans, nitrovorus, filefaciens* Hj. Jensen) til de saakaldte Denitrifikationsbakterier, som karakteriseres ved deres Evne til at reducere Nitrater[1] under Frigørelse af frit Kvælstof (se ogsaa p. 104 og p. 191). Dyrker man dem i en Bouillon med Salpeter (endvidere synes visse andre Stoffer nødvendigvis at maatte være tilstede, saaledes organiske Syrer, f. Eks. Citronsyre (Stutzer), eller Druesukker (Hj. Jensen), Angivelserne herom lyder noget forskelligt), vil

[1] Nogle Arter formaar kun at nedbryde Nitriter; jfr. hermed Nitrobakterierne, af hvilke kun nogle ilter Ammoniakforbindelserne til Nitriter, medens andre ilter disse videre til Nitrater.

efter kortere eller længere Tids Forløb det tilsatte Salpeter være forsvundet under Skumdannelse og Udvikling af frit Kvælstof.

Denitrifikationsbakterierne forekommer almindeligt i Planteædernes Ekskrementer og i gødet Agerjord (Hj. Jensen).

Bacillus Fischeri Beijerinck, Migula (= *Photobacterium Fischeri* Beijerinck).

Korte, tykke, livligt bevægelige Stave (1,3—2,1 μ lange, 0,4—0,7 μ brede) der undertiden vokser ud til lange Traade. Farves let med de sædvanlige Farvestoffer; affarves efter Gram. Sporedannelse er ukendt.

Hører til Lysbakterierne (se p. 169—71), den lader sig dyrke i kunstige Kulturer, hvor Vækst allerede finder Sted ved 5°. Den lyser med et svagt blaaligt Lys (ved Temperaturer imellem 5° og 25°).

Fundet i Østersøen ved Kiel.

Bacillus phosphorescens B. Fischer (= *Photobacterium indicum* Beijerinck)
er en nærstaaende tropisk Art, hvis Kolonier ligeledes udsender et blaaligt Lys, der er noget kraftigere end hos *B. Fischeri.* Optimumstemperaturen for Lysdannelsen er mellem 25° og 30°.

Fundet i Havet ved St. Croix.

Bacillus caucasicus (Kern) Flügge, *Dispora caucasica* Kern.

Bevægelige Stave af 5—6 μ Længde og 1 μ Bredde. I Kulturer i Mælkesukkerbouillon finder man ofte i hver af Stavenes Ender et glinsende Korn, som Kern troede var en Spore (heraf Navnet *Dispora caucasica*), hvilket dog har vist sig næppe at være rigtigt (v. Freudenreich). Stavene farves let, ogsaa efter Gram.

B. caucasicus findes i Kefirkorn sammen med Gærsvampe og *Bacterium acidi lactici.* Kefirkornene er gule Zoogløamasser, som i tør Tilstand er smaa og sprøde, men som ved Vandoptagelse svulmer op til nøddestore sejge Klumper. I Mælk foraarsager de i Kornene indeholdte Mikroorganismer den saakaldte Kefirgæring, en sammensat

Gæring, hvis Resultater er Alkohol, Mælkesyre og Kulsyre. Den færdige Kefir har en frisk syrlig Smag og en flødeagtig Beskaffenhed, som fremkommer, ved at det udfældede Kaseïn fordeles jævnt i Vædsken som fine Fnug. I Kaukasuslandene har man i Aarhundreder fremstillet alkoholiske Drikke ved Kefirgæring af Mælk (Kefir, Kumys); i det øvrige Europa anvender man i den senere Tid af og til Kefir som Læge- og Næringsmiddel paa Grund af dets høje diætetiske Værd.

Hovedprodukterne ved Kefirgæringen er som nævnt Alkohol og Mælkesyre (samt Kulsyre), men det er ikke tilstrækkeligt opklaret, hvilken Rolle de tre i Kefirkornene forekommende Mikrober hver for sig spiller. I den seneste Tid har Schipin rendyrket en anaërob Art, som han kalder Kumysbacillus, og som findes i Kumys sammen med *Bacterium acidi lactici* og en *Saccharomyces*. Om sin Kumysbacillus angiver Schipin, at den i Mælk forgærer Mælkesukkeret under Dannelsen af Mælkesyre og Alkohol; tillige formaar den at peptonisere Æggehvide. Kumysbacillen synes at spille Hovedrollen ved Kumysgæringen, men dens Virkning kommer dog først istand, efter at *B. acidi lactici* og *Saccharomyces* har forberedt gunstige Betingelser for dens Udvikling.

Bacillus tenuis (Duclaux) Migula, *Tyrothrix tenuis* Duclaux.

Bevægelige Stave af 3 μ Længde og omtrent 0,6 μ Bredde; de vokser ofte ud til lange Traade. Dannelse af Endosporer finder Sted; deres Spiring er ikke iagttaget.

B. tenuis udskiller to forskellige Enzymer, dels et løbeagtigt, som bringer Mælk til at koagulere, dels Kasease, som atter bringer det udfældede Kaseïn i Opløsning og delvis spalter det til lavere Kvælstofforbindelser (Leucin, Tyrosin, forskellige Ammoniaksalte, saaledes især valerianesurt Ammoniak). Sammen med flere andre Bakterier (beskrevne af Duclaux, Adametz, v. Freudenreich) spiller *B. tenuis* herved en stor Rolle ved den friske Ostemasses saakaldte »Modning« (se ogsaa p. 195).

Bacillus amylobacter van Tieghem (= *Clostridium butyricum* Prazmovski), en *Smørsyrebakterie*.

Cylindriske, livligt bevægelige Stave af 1 μ Tykkelse og af variabel Længde (ca. 3—10 μ); de vokser undertiden ud

til længere Traade. Sporedannelse finder Sted, og under denne svulmer Modercellen i Reglen op paa Midten (*Clostridium*-Form), sjældnere ved den ene Pol (Kølleform). Paa et Tidspunkt kort før Sporedannelsen farves Cellerne blaa af en Jodopløsning, hvad der tyder hen paa, at de da indeholder et stivelselignende Kulhydrat. Sporernes Spiring er polar, efter Spiringen opløses Sporevæggen ikke straks, men slæbes en Tid lang om, dækkende den unge Kimstavs ene Pol som en Hætte.

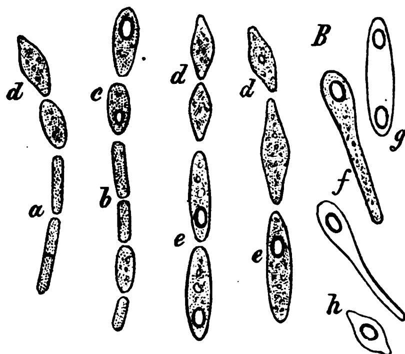


Fig. 167. *Bacillus amylobacter* van Tieghen (= Clostridium butyricum Prazmowski). Vegetative og Sporebærende Celler. $^{1020}/_{1}$. (Efter Prazmowski).

Obligat Anaërobiont (se dog p. 118). I Opløsninger af Kulhydrater (Stivelse, Dextrin, Sukker osv.) og mælkesure Salte danner *B. amylobacter* Smørsyre samt tillige Brint og Kulsyre (se p. 194). Endvidere skal den kunne forgære Cellulose. Det er ikke lykkedes at dyrke *B. amylobacter* paa fast Substrat i utvivlsomme Renkulturer, og dens Artsafgrænsning mod andre anaërobe Bakterier, som vi paa Grund af deres Evne til at fremkalde Smørsyregæring sammenfatter under Navnet Smørsyrebakterier, er derfor ikke sikker. Man kan stedse med Sikkerhed finde *B. amylobacter*, naar man lader urensede, ituskaarne Kartofler forgære i Vand uden Luftens Adgang (f. Eks. i en Flaske, der helt op til Mundingen er fyldt med Vand). Der indtræder da under Luftudvikling en livlig Smørsyregæring, og i det grumsede Bundfald finder man Bakterierne i alle Udviklingstrin (vegetative Stave, sporedannende Celler og modne Sporer).

B. amylobacter findes overmaade almindelig udbredt i Jord, hvor den formaar at opretholde Livet i Sporetilstand ved sine særdeles sejglivede Sporer. Ligeledes er den en meget konstant Beboer af Planteædernes Fordøjelseskanal,

og man antager paa Grund af dens Cellulose-opløsende Evne, at den bidrager til Fødemidlernes Opløsning, saa at der her hersker en Slags symbiotisk Forhold (se p. 157).

B. amylobacter er undertiden Aarsag til Sygdomme i Kartoffelknoldene; den trænger ind gennem smaa Ridser eller Saar i Overhuden og destruerer under Smørsyredannelse Vævet indenfor.

Bacillus butylicus (Gruber) Migula, *Granulobacter butylicum* Beijerinck.

Cylindriske Stave (3—5 μ lange, 0,6—0,8 μ brede), der forekommer enkeltvis eller forenede i Kæder. Under Opsvulmning paa Midten danner Stavene store, cylindriske Sporer, hvis Spiring ikke er iagttaget. Lige som hos *B. amylobacter* farves Sporemodercellerne kort før Sporedannelsen blaa af en Jodopløsning.

B. butylicus er obligat anaërob og findes hyppigt i Mel; af Maltose danner den normalt Butylalkohol foruden Brint og Kulsyre; Smørsyredannelse finder ikke Sted.

Bacillus Pasteurianus (Winogradsky) = *Clostridium Pasteurianum*, Winogradsky.

Cylindriske, livligt bevægelige Stave af 5 μ Længde og 1,2 Tykkelse. Før Sporedannelsen svulmer Cellerne op paa Midten og indeholder da Stoffer, som farves mørkeblaa af Jod. I hver Celle dannes een tykvægget Spore.

Obligat Anaerobiont, der forgærer Sukker under Dannelsen af Smørsyre og Eddikesyre samt Brint og Kulsyre. Størst Interesse har den, ved at den er i Stand til at binde det atmosfæriske Kvælstof (se p. 99). Dyrker man den saaledes i en fuldstændig kvælstoffri Næringsopløsning, der foruden uorganiske Salte indeholder Dextrose, finder der i Kulturerne en Binding af Kvælstof Sted, som kun kan hidrøre fra Luftens Kvælstof. Kvælstofbindingen foregaar i desto højere Grad, jo mere Sukker der findes i Næringsopløsningen; derimod virker Kvælstofforbindelser hæmmende paa Bindingen af det frie Kvælstof.

B. Pasteurianus forekommer i Jordbunden; naar denne

er godt gennemluftet, formaar den ikke at trives (den er Anaërobiont), men i Symbiose med aërobe Arter, der kan tage Ilten, er den i Stand til at binde Luftens Kvælstof.

Bacillus butyricus Hueppe.

Bevægelige Stave (3—8 μ lange, 1—1,2 μ brede) med oftest lige afstumpede Ender; de forekommer enkeltvis eller forenede i Traade. Sporedannelse finder Sted; Sporerne er ægformede; deres Spiring er ikke iagttaget.

B. butyricus er aërob og dyrkes let paa vore sædvanlige Substrater, hvor den smelter Gelatine. I Sukkeropløsninger (Dextrose, Rørsukker, Mælkesukker) danner den Smørsyre.

Bacillus prodigiosus (Ehrenberg) Flügge, *Vidunderbakterien*, *Monas prodigiosa* Ehrenberg, *Micrococcus prodigiosus* Cohn.

Meget korte, ofte ganske isodiametriske Celler med afrundede Ender (0,5—1 μ lange, 0,5 μ brede); i Reglen forekommer de enkeltvis, men kan ogsaa undertiden være forenede til korte Traade. En Tilsætning af Vinsyre til Kulturerne begunstiger Dannelsen af Traadformer (Wasserzug). Undertiden dannes gæragtige Involutionsformer. Cilierne er spredte over hele Cellens Overflade; deres Antal er meget variabelt, men i Reglen kun ringe (Fig. 168). Endosporedannelse er ukendt.

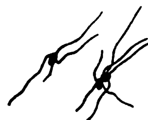


Fig. 168. *Bacillus prodigiosus* (Ehrenberg) Flügge. Ciliebærende Celler. $^{1000}/_{1}$. (Efter Lehmann og Neumann).

B. prodigiosus er især karakteriseret ved Dannelsen af et smukt højrødt Farvestof, der navnlig kommer frem paa stivelseholdige Substrater; det optræder af og til spontant paa forskellige Næringsmidler; ligeledes maa Beretningerne fra ældre Tider om den »blødende Hostie«, som af og til viste sig i Kirkerne, og som gav Anledning til adskillig Overtro, rimeligvis forklares ud fra en spontan Optræden af *B. prodigiosus* (»Vidunderbakterien«, »Hostieblod«). Farves let, men affarves efter Gram og Claudius. Fakultativ Anaërobiont, der let lader sig

dyrke paa alle vore sædvanlige Næringssubstrater; Optimum for Vækst og Farvestofdannelse ligger ved 20^0—24^0. Den smelter Gelatinen under samtidig Rødfarvning. Smukkest kommer det af *B. prodigiosus* dannede Farvestof frem i Kulturer paa Kartofler, hvor der hurtig udvikler sig en yppig, blodrød Belægning, som lugter stærkt af Trimethylamin. Det røde Farvestof er saa godt som ganske uopløseligt i Vand, men let opløseligt i absolut Alkohol og Æter. Farvestofdannelsen er afhængig af ydre Faktorer; saaledes ophører den i Kulturer, som holdes ved høje Temperaturer, eller hvortil der er sat Antiseptika; selv ved almindelig Stuetemperatur kan Evnen til at danne Farvestof efterhaanden gaa tabt, men i Reglen kan den genvindes ved Overføring og fortsat Dyrkning paa Kartofler. Dog skal der ved længere Tids Dyrkning ved 37^0 kunne dannes en konstant farveløs Varietet (se p. 175—177, 209).

Bacillus kiliensis (Breunig, Lehmann & Neumann) Migula.

Slanke, bevægelige Stave (2,5—5 μ lange og 0,7—0,8 μ brede). Sporedannelse ukendt. Dyrkes let paa de sædvanlige Substrater. Paa Kartofler danner den purpurrøde Belægninger. Farvestoffet afviger fra det af B. prodigiosus dannede ved at være opløseligt i Vand. Ogsaa her kan der ved Indvirkning af høje Temperaturer (51^0—63^0) dannes mere eller mindre konstante farveløse Varieteter.

Fundet i en Vandledning i Kiel.

Røde Farvestoffer dannes af flere andre til Slægten *Bacillus* hørende Arter (*B. Berolinensis, carneus, indicus* o. s. v., se p. 173 ff.).

Bacillus synxanthus (Ehrenberg) Cohn.

Korte bevægelige Stave (1,1 μ lange, 0,85 μ brede). Sporedannelse ukendt. Dyrkes let paa vore sædvanlige Substrater. I Mælk foraarsager den Gulfarvning. Den er fundet i Vand.

Gule Farvestoffer dannes af flere andre Arter af Slægten *Bacillus* (*B. constrictus, ochraceus, helvolus* o. s. v.).

Bacillus asterosporus (Arth. Meyer) Migula

Bevægelige Stave (3—6 μ lange, 1—1,3 μ tykke), der forekommer enkeltvis eller forenede til korte Traade. Talrige Cilier er spredte over hele Cellens Overflade. Under Opsvulmning danner Stavene ægformede Sporer, som er besatte med Længdelister, saa at de i optisk Tværsnit synes stjærneformede (Fig. 169). Deres Spiring er polar.

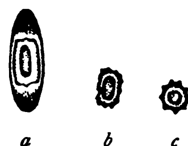


Fig. 169. *Bacillus asterosporus* (Arth. Meyer). *a* sporeførende Celle i optisk Længdesnit, *b* Længde — og *c* Tværsnit af en Spore. a $^{2400}/_{1}$, b og c $^{1800}/_{1}$. (Efter Arth. Meyer).

Bacillus tumescens Zopf.

Cellerne forekommer enkeltvis eller forenede til Traade med en Tykkelse af ca. 2 μ. De udvoksne Celler er ofte bredere end lange (gennemsnitlig 1 26 μ). Lange Cilier er spredte over hele Cellens Overflade. Danner glinsende ovale Sporer, der ved hver Pol bærer en kort Spids. Deres Spiring er ækvatorial. Vokser let paa de sædvanlige Næringssubstrater.

Først funden paa kogte Roeskiver.



Fig. 170. *Bacillus tumescens* Zopf. Sporeførende Celle, stærkt forstørret. (Efter Arth. Meyer).

Bacillus leptosporus L. Klein.

Stavene er 1—1,2 μ tykke; de forekommer enkeltvis eller ofte forenede til lange Traade, i hvilke der finder Sporedannelse Sted. Sporerne er lange og smalle; de spirer uden synlig Bristning af Væggen (se Fig. 171).

Fundet som tilfældig Forurening fra Luften.



Fig. 171. *Bacillus leptosporus* L. Klein.
Sporespiring uden synlig Bristning af Sporevæggen. $^{2000}/_{1}$. (Efter Migula).

Bacillus inflatus A. Koch.

Udmærker sig ved, at der ofte dannes 2 Sporer i Modercellerne, som antager en meget typisk *Clostridium*-Form. Sporernes Spiring er ækvatorial.

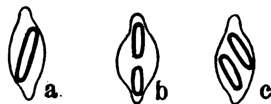


Fig. 172. *Bacillus inflatus* A. Koch. Sporeførende Celler. $^{2100}/_{1}$. (Efter A. Koch).

Bacillus bipolaris Burchard
udmærker sig, ved at Sporernes Spiring er bipolar ɔ: Kimstavene træder ud ved begge Polerne, saa at Sporevæggen kommer til at sidde som et ringformet Bælte omkring dem.

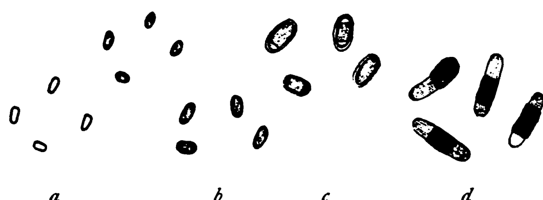


Fig. 173. *Bacillus bipolaris* Burchard.
Spirende Sporer (bipolar Spiring). 1000/1. (Efter Burchard).

Hos *Bacillus loxosus* Burchard spirer Sporerne skraat, idet Kimstaven træder ud af Sporevæggen mellem Midten og den ene Pol, og hos *Bacillus loxosporus* Burchard er der det ejendommelige Forhold, at Spiringen er polar, skønt Sporevæggen brister ved en ækvatorial Revne; Forholdet er da det, at Væggens ene Halvdel slaar sig klapformet tilbage, saa at Kimstaven faar Plads til at vokse ud i Sporens Længderetning.

Pseudomonas Migula.

Cellerne er cylindriske, stavformede, rette eller svagt bøjede, frie eller forbundne til Traade der er rette eller svagt og uregelmæssigt bøjede, ikke regelmæssigt skruesnoede som hos *Microspira*. De er forsynede med polare Cilier, der i oftest ringe Antal (1—10, hyppigst 1 eller 3—6) udspringer fra Cellens ene Ende, og Arterne er derfor i kortere eller længere Tid af deres Liv bevægelige. Endosporedannelse kendes med Sikkerhed kun hos faa Arter.

Til Slægten *Pseudomonas* hører et stort Antal Arter (ca. 75), hvoriblandt kun ganske enkelte har patogen Betydning; alle fluorescerende Bakterier (se p. 174—75) tilhører Slægten *Pseudomonas*. Ligeledes hører flere Lys-

bakterier og Nitrobakterier herhen. Endvidere fører vi foreløbigt nogle røde (kromofore) Svovlbakterier (*Monas* eller *Chromatium Okenii* o.s.v.), som i det ydre og i Ciliernes Forhold ligner de typiske *Pseudomonas*-Arter, herhen, skønt de dog muligvis ikke er virkelig beslægtede med disse.

A. Farveløse Arter.

Pseudomonas europaea (Winogradsky) Migula, *Nitrosomonas europaea* Winogradsky.

Korte, ofte næsten isodiametriske Celler (1,5—2 μ lange, 1 μ tykke) med een kort polar Cilie. Sporedannelse er ukendt. I hvilende Tilstand optræder denne Bakterie i Form af rundagtige, ret konsistente Zoogløa'er. Hører til den biologiske Gruppe Salpeterbakterierne (Nitrobakterierne) og herunder endvidere til Nitritbakterierne (se p. 93—94 samt 103—104), som ilter Ammoniaksalte til Nitriter.



Fig. 174. *Pseudomonas europaea* (Winogradsky). 1000/1. (Efter Winogradsky).

Ligesom Nitratbakterierne vokser Nitritbakterierne ikke paa de sædvanlige Næringssubstrater, der indeholder organisk Kulstof, men de lader sig dyrke under lignende Forhold som de nitratdannende Arter (se p. 272) paa Substrater med Tilsætning af Ammoniaksalte, der da iltes til Nitriter (men ikke videre til Nitrater). I deres øvrige Forhold (Assimilation af Luftens Kulsyre, som foregaar i Mørke, o. s. v.) forholder de sig som Nitratbakterierne (se herom p. 93—94).

P. europaea findes overalt i Jordbunden, hvor den indleder den Iltning af Ammoniakforbindelserne, som senere fortsættes af Nitratbakterierne og har Nitrater som Endeled.

Pseudomonas javanensis (Winogradsky) Migula, *Nitrosomonas javanensis* Winogradsky

er ligeledes en Nitritbakterie, der ligner foregaaende Art meget. Dens Celler er mindre, omtrent isodiametriske (0,5—0,6 μ i Gennemsnit) og forsynede med en overordentlig lang bølget Cilie (indtil 30 μ lang).

Fundet i javanisk Jord. Dens Nitrifikationsevne er ikke saa stor som den europæiske Arts.



Fig. 175. *Pseudomonas javanensis* (Winogradsky. $^{1000}/_{1}$. (Efter Winogradsky).

Foruden de to af Winogradsky studerede *Pseudomonas*-Arter findes der rimeligvis flere nitritdannende Bakterier. Stutzer har i nyeste Tid isoleret en Nitritdanner, som saaledes skal afvige fra Winogradskys Arter ved at være ubevægelig og mangle Evnen til at danne Zoogløaer.

Pseudomonas javanica (Eijkmann) Migula, *Photobacterium javanense* Eijkmann

er en Lysbakterie, som er funden paa Fisk ved Javas Kyst; den har stavformede Celler med een lang polar Cilie. Lyser med et blaagrønt Lys. Optimum ligger højt, mellem 28^{0} og 30^{0}, i Overensstemmelse med dens Forekomst i tropiske Have.

B. Farvestofdannende Arter.

Pseudomonas pyocyanea (Gessard) Migula, »*Grønt* eller *blaat Pus*«.



Fig. 176. *Pseudomonas pyocyanea* (Gessard). Ciliebærende Celler fra Renkultur. $^{1000}/_{1}$. (Efter Migula).

Stavene har affladede Ender er 2—3 μ lange og 0,6 μ tykke; de forekommer oftest enkeltvis eller faa sammen og udfører meget livlige Bevægelser; i Bouillon med Tilsætning af Borsyre vokser de ud til lange Traade, der er zigzagformet bøjede eller snoede (Wasserzug, Charrin). Een bølget Cilie af Cellens dobbelte Længde er tilstede. Affarves efter Gram og Claudius. Sporedannelse er ukendt.

P. pyocyanea findes ret ofte i Pus af aabne Saar, hvor den er Aarsag til det saakaldte »grønne eller blaa Pus«; i Virkeligheden er det dog ikke selve Pusset, men Forbindstofferne, som farves. Den er fundet ved flere forskjellige Sygdomme hos Mennesket (Otiter, Oftalmiter, Lidelser under

septikæmiske Symptomer o. s. v.; Følgesygdomme efter Pyocyanea er navnlig sildige Pareser, kronisk Nefritis, Hjærtehypertrofi o. s. v.); dog er den sædvanligvis uskadelig, ialt Fald overfor voksne; Børn synes at være særlig disponerede. Virulent overfor de fleste af vore Forsøgsdyr. Ved Filtrater af Pyocyanea-Kulturer kan man vakcinere mod Sygdommen (Charrin).

Fakultativ Anaërobiont, der let dyrkes paa alle vore almindelige Næringssubstrater, hvor den allerede vokser ved sædvanlig Stuetemperatur. I Kulturer paa Gelatine dannes gulliggrønne eller grønlige Kolonier, som efterhaanden smelter Gelatinen og giver denne en grøn, fluorescerende Farve (se p. 173—77 og p. 209). Farvestofdannelsen finder kun Sted under Luftens Adgang. Ved Dyrkning ved høje Temperaturer eller ved Tilsætning af Antiseptika gaar Evnen til at danne Farvestof efterhaanden tabt; det samme kan være Tilfældet, naar *P. pyocyanea* dyrkes sammen med andre Bakteriearter.

P. pyocyanea synes at være overordentlig udbredt.

Pseudomonas syncyanea (Ehrenberg) Migula, »*Blaa Mælk*« (= *Bacillus cyanogenes* Flügge).

Stavene har afrundede Ender og er 2—4 μ lange og ca. 0,7 μ tykke; de forekommer oftest enkeltvis eller faa sammen, sjældnere i længere Traade. En endestillet Ciliebusk er tilstede. Affarves efter Gram og Claudius. Endosporedannelse angives at finde Sted; Sporerne er ægformede og endestillede i de opsvulmede Moderceller. Man har ment at finde Pleomorfi hos denne Art, hvad der imidlertid har vist sig at være forkert.

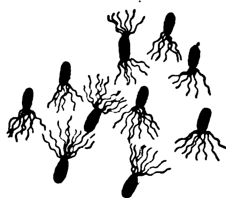


Fig. 177. *Pseudomonas syncyanea* (Ehrenberg) (= *Bacillus cyanogenes* Flügge). Ciliebærende Celler. 1000/1. (Efter Migula).

P. syncyanea er Aarsag til Blaafarvning af Mælk; den foraarsager ikke skadelige Forandringer af Mælken, men denne bliver ubrugelig som Salgsvare. Blaafarvningen udvikles kun i sur Mælk, i steril Mælk dannes der kun en graalig Farve.

Fakultativ Anaërobiont, der let dyrkes paa de alminde-

lige Substrater, hvor den vokser ved sædvanlig Stuetemperatur. I Gelatinekulturer vokser den med en staalgraa eller brunlig Farve, der diffunderer ud i Gelatinen, uden at denne smeltes.

P. syncyanea er tilbøjelig til fysiologisk Variation; i Kulturer taber den let Evnen til at farve Mælken blaa; men ved Dyrkning i sure Substrater genvinder den atter sin Evne hertil.

Pseudomonas fluorescens (Flügge) Migula, *Bacillus fluorescens liqvefaciens* Flügge.

Korte, rette eller krumme Stave (1—2 μ lange, 0,3—0,5 μ brede), der forekommer enkeltvis eller forenede til Traade. De udfører meget livlige Bevægelser ved Hjælp af en endestillet Ciliebusk. Farves vanskeligt og affarves efter Gram. Sporedannelse er ukendt.

Fakultativ Anaërobiont, der let dyrkes paa vore sædvanlige Substrater; den trives bedst ved 20°—25° og vokser meget hurtigt under energisk Smeltning af Gelatinen og Udskillelse af en grøn, fluorescerende Farve (se p. 173—77).

P. fluorescens findes sammen med andre grønligt fluorescerende *Pseudomonas*-Arter (*P. Eisenbergii* Migula = *B. fluorescens non liqvefaciens*, der adskiller sig ved ikke at smelte Gelatinen, *P. putida* = *B. fluorescens putidus* o. fl. a.) meget almindelig udbredt i Vand, Luft, raadnende Vædsker o. s. v., en stor Del af de saakaldte »Vandbakterier«, som findes i Drikkevand, er fluorescerende *Pseudomonas*-Arter.

Pseudomonas erythrospora (Cohn) Migula.

Slanke, letbevægelige Stave af ca. 4 μ Længde og 0,5 μ Tykkelse; de forekommer enkeltvis eller vokser før Sporedannelsen ud til lange Traade, der indeholder et Antal store ægformede Sporer, som er tydeligt rødfarvede.

Lader sig let dyrke ved Stuetemperatur; i Gelatinekulturer dannes hvidlige Kolonier, medens den omgivende Gelatine fluorescerer. Smeltning af Gelatinen finder ikke Sted.

Funden i raadnende Vædsker, Vand, Luft o. s. v.

Pseudomonas macroselmis Migula er en grønligt fluorescerende Art, som udmærker sig ved sin overordentlig lange (indtil 35 μ) endestillede, bølgede Cilie. Den er funden i Vand.



Fig. 178. *Pseudomonas macroselmis* Migula. Ciliebærende Celler. 1000/1. (Efter Migula).

Pseudomonas violacea (Schröter) Migula, *Bactridium violaceum* Schröter.

Stavene er 1—3 μ lange og 0,65 μ tykke, med afrundede Ender. Een polar Cilie er tilstede. Sporedannelse kendes ikke med Sikkerhed.

Fakultativ Anaërobiont, som vokser ved almindelig Stuetemperatur paa de sædvanlige Substrater, hvor Smeltning af Gelatinen finder Sted; den udmærker sig ved at danne et smukt mørkeviolet Farvestof, som oftes aflejres i Cellevæggen (parakromofor Bakterie, se p. 37 og p. 173).

Fundet i Vand ligesom flere andre Arter, der ogsaa producerer blaa eller violette Farvestoffer (*P. ianthina, coerulea, amethystina, berolinensis* o. a.). Ogsaa røde og gule Farvestoffer dannes af *Pseudomonas*-Arter.

Følgende rødfarvede (kromofore, se p. 37—38 og p. 105—107) Svovlbakterier henfører vi foreløbigt til Slægten *Pseudomonas*, skønt Berettigelsen hertil er tvivlsom.

Pseudomonas (Chromatium) Okenii (Ehrenberg) Migula.

Cellerne er smukt røde og indeholder rødlige Svovlkorn; deres Form varierer meget; i Almindelighed er den cylindrisk, 2—3 Gange saa lang som tyk og pludselig afrundet for Enderne, men der forekommer Individer, som er omtrent isodiametriske, og andre, der er 13—14 Gange saa lange som brede; hyppigst er Længden 10—15 μ, Bredden 5—6 μ. 1—3 polare Cilier

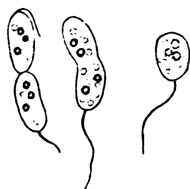


Fig. 179. *Pseudomonas Okenii* (Ehrenberg, Cohn), *Chromatium Okenii*. Celler, tildels i Deling. 660/1. (Efter Warming).

er tilstede ved den ene eller ved begge Poler. Hos denne Art kan man iagttage alle de p. 34—35 beskrevne Bevægelsesmaader.

Forekommer baade i Ferskvand og Brakvand, saaledes flere Steder ved vore Kyster i stor Mængde i Brakvandshuller og mellem raadnende Tang.

Hos *P. Okenii* har Bütschli ment at finde en Adskillelse mellem et farvet vægstillet Protoplasmalag og en ufarvet Centraldel, det saakaldte »Centrallegeme«, som han anser for en Slags primitiv Cellekerne (se herom nærmere p. 24—25). I Modsætning til Bütschli hævder Alfr. Fischer, at det røde Farvestof ikke er indskrænket til vægstillede Lag, men at det gennemtrænger hele Celleindholdet jævnt.

Pseudomonas (Chromatium) vinosa (Ehrenberg).

Ligner foregaaende Art, men afviger ved sin langt ringere Størrelse; Cellerne er ovale og afrundede i begge Ender, indtil 5 μ lange og omtrent 2 μ tykke; enkeltvis synes de at være farveløse eller meget blegt rødlige; de bevæger sig oftest meget hurtigt; i ubevægelig Tilstand er de samlede i smukt ferskenrøde Masser.

Forekommer ligesom foregaaende Art baade i Fersk- og Brakvand. Hovedmassen af Bakterier i de rødfarvede forraadnede Dele, som er saa almindelige ved vore Kyster (»rødt Mudder«), udgøres af denne Art samt nogle andre nærstaaende.

Foruden de to nævnte Arter kender man flere andre, beskrevne af Perty, Warming, Winogradsky.

3. Familie **Spirillaceae,** Skruebakterier.

Cellerne er cylindriske og krumme (Dele af en Skrue). Celledelingerne foregaar kun efter 1 Rumretning, og før Delingen strækker Cellerne sig i en Retning, der er lodret paa den senere dannede Skillevæg. Efter Delingen kan Cellerne enten adskilles straks eller vedblive at hænge sammen, saa at der herved dannes lange, skrueformede Traade.

De fleste Arter er bevægelige[1]; hos Slægten *Spirochaete*, hvis Celler udmærker sig ved deres Fleksibilitet (se p. 35—36), er Bevægelsesorganer ukendte; hos *Microspira* og *Spirillum* forekommer der Cilier, som her stedse er polare. Endosporedannelse er meget sjælden, og kun hos ganske enkelte Arter (*Spirillum endoparagogicum* Sorokin) har man iagttaget Sporernes Spiring.

Microspira Schröter, Migula.

Cellerne er kommaformet bøjede eller skruesnoede, frie eller forbundne til faaleddede S-formede Celleforbindelser eller ogsaa til lange, regelmæssigt skrueformede Traade. De er forsynede med een (meget sjældent flere og da kun ganske faa) polar, bølget Cilie, og Arterne er derfor i kortere eller længere Tid af deres Liv bevægelige. Endosporedannelse kendes ikke med Sikkerhed hos nogen Art.

Til *Microspira* hører et stort Antal Arter, hvoriblandt en meget vigtig patogen (Kolera), desuden mange Vandbakterier; af disse er ikke faa Lysbakterier, der forekommer saavel i Havet som i ferskt Vand.

Microspira Comma (R. Koch) Schröter, *Vibrio*, *Spirillum Cholerae Asiaticae*, Asiatisk Kolera.

Meget variabel i morfologisk Henseende (se p. 75). Den almindeligste Form er korte, kommaformede Stave af 2—3 μ Længde og omtrent 0,5 μ Tykkelse, men Stavene er undertiden langt kortere, saa at de nærmer sig til Kugleformen, undertiden meget længere (se Fig. 89 *a—d*), og med Hensyn til Krumningen (Skruevindingernes Højde) hersker der ogsaa stor Forskellighed.

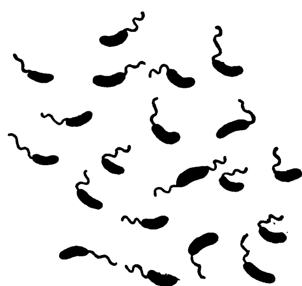


Fig. 180. *Microspira Comma* (Koch). Ciliebærende Celler fra Renkultur. 1000/1. (Efter Migula).

[1] Kun faa Arter, som af Migula henføres til Slægten *Spirosoma*, er stedse ubevægelige.

Cellerne forekommer oftest enkeltvis eller faa sammen i S-formede Figurer, men de kan ogsaa vokse ud til lange, meget regelmæssige Skruer med oftest snævre Vindinger (navnlig kan dette sidste iagttages i Kulturer i »hængende Draabe«, se p. 74—75). I ældre Kulturer dannes let Involutionsformer af det mest forskelligartede Udseende (kuglerunde, ten- eller flaskeformet opsvulmede Celler, uregelmæssigt snoede eller forgrenede Celler o. s. v. Bevægeligheden er i Reglen stor; een bølget eller spiralsnoet polar Cilie (sjældnere 2—3) er tilstede. Sporedannelse er ukendt, og de oftere gentagne Angivelser om Sporers Forekomst har vist sig at være

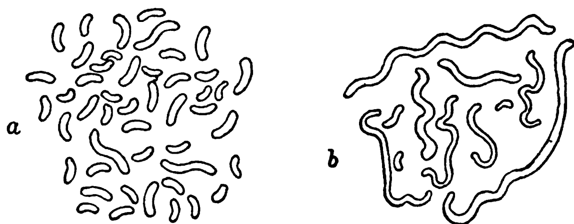


Fig. 181. *Microspira Comma* (Koch).
a enkelte Celler og korte Celleforbindelser, *b* længere skrueformede Celleforbindelser samt Involutionsformer. $^{1000}/_{1}$. (Efter Migula).

urigtige (tildels forklarlige ved de ofte optrædende Polkorn, se p. 22—24). Cellerne farves let med alle de sædvanlige Farvestoffer, men affarves efter Gram og Claudius.

M. Comma er Aarsag til Asiatisk Kolera og forekommer under Sygdommen saa godt som udelukkende i Tarmindholdet, hvorfra Bakterierne ogsaa trænger ind i Tarmens Slimhinde. I intensive og friske Tilfælde af Kolera forekommer *M. Comma* i overordentlig stor Mængde i Tarmindholdet, der faar Udseende af Risvand, og kan endog næsten være tilstede i Renkultur, idet den har undertrykt alle de sædvanlige Tarmbakteriers Vækst. Af vore Forsøgsdyr er især Marsvin modtagelige; de kan inficeres enten ved intraperitonæal Indsprøjtning eller, ved at Bakterierne indføres i Fordøjelseskanalen.

Fakultativ Anaërobiont, der lader sig dyrke paa alle vore sædvanlige Substrater, hvor der allerede finder Vækst

Sted ved almindelig Stuetemperatur (Minimum 8°—12°, Optimum 37°, Maximum 40°). Den reducerer Nitrater til Nitriter og danner Indol; herpaa beror den saakaldte Kolerarødt- eller Nitroso-Indol-Prøve, som udføres, ved at man til Renkulturer i Peptonopløsninger med salpetersurt Natron sætter kemisk ren, fortyndet Svovlsyre; kort efter antager Kulturen en rød Farve, der efter nogen Tids Forløb tiltager i Styrke (Forskel fra lignende Arter). Den mest karakteristiske Vækst frembyder *M. Comma* i Kulturer paa Gelatineplader og i Gelatinestikkulturer. Kolonierne paa Gelatineplader viser sig efter et Par Døgns Forløb (ved 20°) som smaa hvidlige eller gullighvide Skiver med takket eller udbugtet Rand, kornet Overflade og en ejendommelig glasagtig Glans; efterhaanden forstørres de, og Gelatinen begynder at smelte, saa at der dannes en lille tragtformet, vædskefyldt Indsænkning, om hvis Grund Kolonien ligger. I Gelatinestikkulturer finder der hurtigt Smeltning Sted paa Overfladen med Dannelse af en tragtformet Fordybning, som indeholder den smeltede Gelatine, og under hvilken Kulturen samler sig; da der foregaar Fordampning fra den smeltede Gelatine, dannes i Fordybningens øvre Del et luftfyldt Rum. Langs Podestikket nedefter skrider Smeltningen kun langsomt frem.

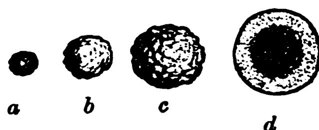


Fig. 182. *Microspira Comma* (Koch) Schröter.
Pladekultur paa Gelatine. *a* efter 20, *b* efter 30, *c* efter 36, *d* efter 48 Timers Vækst efter Udsæden. I *d* er Kolonien nedsunken i den ved Gelatinen Smeltning dannede Fordybning. Naturlig Størrelse. (Efter Flügge).

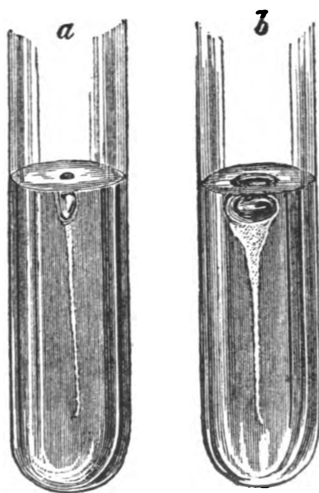


Fig. 183. *Microspira Comma* (Koch) Schröter.
Gelatinestikkulturer; *a* er 2, *b* 4 Dage gammel. Naturlig Størrelse. (Efter Flügge).

M. Comma lader sig let dyrke ud fra Kolerapatienters

risvandlignende Ekskrementer; sædvanligvis benytter man hertil først en Kogsalt-Peptonopløsning, hvor den i Løbet af 6—12 Timer faar Forspring fremfor de andre Fæces-Bakterier og samler sig paa Vædskens Overflade. Den trives godt som Saprofyt paa kunstige Substrater; i ældre Kulturer aftager dens Virulens dog i Styrke, ligesom dette ogsaa sker, naar den dyrkes ved 39^0 og rigelig Lufttilgang.

Foruden i Kolerapatienters Tarm og Ekskrementer forekommer *M. Comma* under naturlige Forhold ogsaa af og til under Koleraepidemier som Saprofyt i Vandet (Flodvand, Damme o. s. v.), og det er vist ved Forsøg, at Bakterierne i længere Tid kan holde sig levedygtige i Vand (ialtfald i 30 Dage ifølge Koch). Mod skadelige ydre Indvirkninger (Udtørring, høje Temperaturer) er Kolerabakterierne kun lidet resistente; saaledes dræbes de ved 52^0 allerede efter 10 Minutters Forløb, og Forsøg har vist, at 3—4 Timers Udtørring ligeledes var tilstrækkelig hertil. De sædvanlige Antiseptika dræber selv i stærk Fortynding hurtigt Kulturer af *M. Comma*, og i raadnende Vædsker, Fæces o. s. v. gaar den i Reglen snart til Grunde, idet den undertrykkes af andre Bakteriearter.

Ved subkutan Indsprøjtning af Kolerabakterier kan man fremkalde en kunstig Immunitet overfor Kolera (en kortere eller længere varig naturlig Immunitet opnaas efter Overstaaelse af Sygdommen), og dette gælder baade om Mennesker og de modtagelige Forsøgsdyr (Marsvin, Kaniner o. s. v.), hvis Blodserum da opnaar baktericid Virkning (Anti-Kolera-Serum).

Allerede Davaine saa mange forskellige Parasiter i Kolerapatienter Tarm, men forstod ikke deres Betydning, og Kontagiet blev først fundet i 1883 af R. Koch. Foruden de ægte Koch'ske Kolerabakterier findes der (i Vand og i Tarmen baade hos syge og sunde Mennesker) mange andre *Microspira*-Arter, som i høj Grad ligner *M. Comma* i deres morfologiske og kulturelle Forhold (de saakaldte Pseudo-Kolerabakterier). De fleste af disse Arter, hvoraf enkelte omtales i det følgende, er uskadelige, men nogle dog patogene for Dyr, og efter deres Opdagelse har det vist sig, at det er vanskeligere at stille en sikker bakteriologisk Koleradiagnose, end Koch oprindeligt troede. Man anvender nu hertil ofte Pfeiffers Prøve, som beror paa, at ægte Koleraspiriller, naar de sammen med Anti-Kolera-Serum (af et immuniseret Dyr, se ovenfor) indsprøjtes i Bughulen af et ungt Marsvin, meget snart under Indvirkningen af Anti-Kolera-Serum'et

falder hen i Korn, som tilsidst opløses; dette er ikke Tilfældet ved Indsprøjtning af Anti-Kolera-Serum sammen med andre koleralignende Arter, som derved lader sig skelne fra *M. Comma* (specifik Immunitetsreaktion).

Microspira Metschnikowi (Gamaleïa) Migula, *Vibrio Metschnikowi* Gamaleïa
er en »Pseudokolerabakterie«, som morfologisk og kulturelt ligner *M. Comma* overmaade meget (Cellerne er dog oftest noget kortere, tykkere og mere krumme). I Modsætning til denne er den i høj Grad patogen overfor Duer (ogsaa for Høns og Marsvin). Dens Kulturer adskiller sig ved, at Væksten er raskere end hos *M. Comma*; ligeledes smeltes Gelatinen hurtigere. Den reducerer Nitrater til Nitriter og peptonholdige Kulturer giver Nitroso-Indol-Reaktion. Ligesom hos *M. Comma* affarves Cellerne efter Gram og Claudius.

Ved subkutan eller intraperitonæal Indpodning i Marsvin af ved Kogning dræbte Bouillonkulturer opnaar Dyrene efter et Par Ugers Forløb Immunitet.

Microspira Finkleri Schröter, *Vibrio, Spirillum Finkler-Prior, Vibrio-Proteus*
ligner ogsaa *M. Comma* i høj Grad; dens Celler er i Reglen noget tykkere og længere. I Kulturerne vokser den endnu hurtigere end *M. Metschnikowi* og smelter ogsaa Gelatinen langt hurtigere end de to foregaaende Arter; i Stikkulturerne finder der hurtigt Smeltning Sted langs hele Podestikket. Giver ikke Nitroso-Indolreaktion.

Med Urette har man anset den som Aarsag til Cholera nostras; den er patogen for Marsvin, men, som det synes, ikke for Mennesket.

Microspira tyrogena (Denecke) Migula, *Spirillum tyrogenum* Denecke
er en Pseudokolerabakterie, som er fundet i Ost; den er ikke patogen. Af de mange andre uskadelige Pseudokolerabakterier skal her kun nævnes *M. berolinensis, danubica, aqvatilis* o.s.v., som alle er Vandbakterier, der staar *M. Comma* meget nær, samt

Microspira Dunbari Migula, *Vibrio Dunbar* Autt., *Vibrio phosphorescens* Flügge,
som er funden i Flodvand (Elben, Spree, Rhinen o. s. v.). Den er især karakteriseret, ved at dens Kulturer er fosforescerende, og den hører saaledes til Lysbakterierne. Dens Lys blaaliggrønt, men Lysevnen kan efter længere Tids kunstig Dyrkning efterhaanden gaa tabt. *M. Dunbari* har ingen patogene Egenskaber.

Microspira Dunbari er den eneste fosforescerende *Microspira*-Art, som hidtil kendes fra Ferskvand. I Saltvand forekommer mange Arter (beskrevne af B. Fischer og Beijerinck under Slægtsnavnet *Photobacterium*) baade i tempererede og tropiske Have. Her skal blot anføres et Par af dem.

Microspira luminosa (Beijerinck) Migula, *Photobacterium luminosum* Beijerinck.

I morfologisk Henseende ligner den *M. Comma* meget; men iøvrigt er den ligesom denne meget variabel og danner let Involutionsformer. Lysevnen er kun svag; Lyset er sølvglinsende med et gulligt Anstrøg. Den smelter Gelatinen.

Funden i Nordsøen og ved Avstralien.

Microspira caraibica (B. Fischer) Migula
er en livligt bevægelig tropisk Art, som B. Fischer har undersøgt paa den tyske Planktonekspedition. Den lyser med et kraftigt grønligt Lys (Optimum herfor ca. 27°). Den smelter ikke Gelatinen. Andre af B. Fischer fundne fosforescerende Arter er *M. coronata*, *annularis*, *delgadensis* o. s. v. (se ogsaa p. 169—71).

Spirillum Ehrenberg, Migula.

Cellerne er kommaformet bøjede eller skruesnoede, frie eller forbundne til lange, leddede regelmæssigt skruesnoede Traade. De er forsynede med en polar Busk af kredsformet buede Cilier (lophotriche, se p. 28—33) og er derfor i kortere eller længere Tid af deres Liv bevægelige. Endosporedannelse er beskrevet hos enkelte Arter (*S. endoparagogicum*, *sporiferum*).

Af Slægten *Spirillum* er hidtil kun et ret ringe Antal

Arter kendte, af hvilke ingen har nogen væsentlig (patogen eller anden) Betydning; de fleste Arter forekommer i Vand og raadnende Vædsker og er endnu ikke dyrkede i utvivlsomme Renkulturer. Flere røde Svovlbakterier hører herhen.

Spirillum rubrum v. Esmarck.

Cellerne er 1—1,2 μ tykke og skrueformet bøjede; de forenes ofte til lange regelmæssigt skruesnoede Traade, der især kommer frem i Bouillonkulturer; Skruevindingernes Højde er meget variabel. Ved Cellernes Poler sidder en Busk af kredsformet eller S-formet buede Cilier.

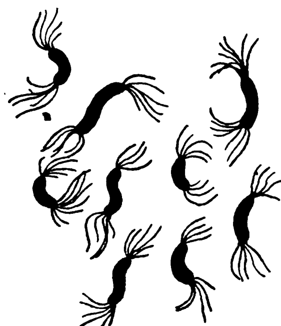


Fig. 184. *Spirillum rubrum* v. Esmarck. Ciliebærende Celler fra Renkultur. $^{1000}/_{1}$. (Efter Migula).

Fakultativ Anaërobiont, der lader sig dyrke paa alle vore sædvanlige Substrater, hvor den allerede vokser ved almindelig Stuetemperatur. Den producerer et vinrødt Farvestof, som i Gelatinestikkulturer især kommer smukt frem langs Podestikket under Overfladen; paa denne dannes en graalig eller graarødlig Belægning. Farvestoffet kommer kun frem, naar fri Ilt ikke er tilstede (se p. 177). Den vokser langsomt uden at smelte Gelatinen.

Funden i en raadden Mus.

Spirillum concentricum Kitasato.

Danner korte Skruer med tilspidsede Ender. Cellerne er omtrent 1 μ tykke og ved Polerne besatte med en Busk af talrige S-formet krummede Cilier. Skruernes Gennemsnit er 2—2,5 μ, deres Højde 3,5—4 μ, i Reglen er de korte (med 2—3 Skruegange) men kan ogsaa vokse ud til længere skrueformede Traade.

Dens Kolonier paa Gelatineplader er karakteristiske: hvidlige eller graalige, runde og sammensatte af flere koncentriske Ringe om et Centrum (Kokardekolonier). Gelatinen smeltes ikke.

Funden i raadnende Blod.

Spirillum endoparagogicum Sorokin.

Optræder i Form af Skruer, der bestaar af flere Celler og har 2—3 Vindinger. Den udmærker sig (ifølge Sorokin) fremfor de fleste andre Spiriller ved at danne Sporer, der

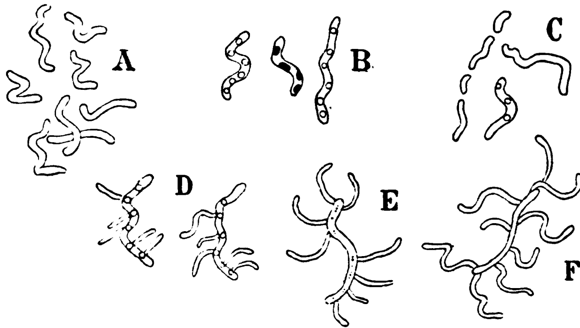


Fig. 185. *Spirillum endoparagogicum* Sorokin.
A Vegetation; *B*, *C* sporeførende Spiriller; i *D*, *E*, *F* spirer de i Skruerne indeholdte Sporer, hvorved Skruerne tilsyneladende bliver forgrenede. $^{1875}/_{1}$. (Efter Sorokin).

spirer medens de endnu er indesluttede i Modercellerne; Kimstavenes Retning er lodret paa Modercellerne, og derved kommer det til at se ud, som om de skrueformede Traade besad lodret udstaaende Grene.

Spirillum sporiferum Migula.

Svagt snoede Skruer med 2—4 Vindinger og polare Buske af lange buede Cilier. I Begyndelsen udfører de livlige Bevægelser men indtræder derpaa i Hvile, samtidig med at en tydelig Leddeling i Celler lader sig se. I hver Celle dannes en rundagtig eller oval Spore, der er lige saa bred som Modercellen, men kun halv saa lang. Sporernes Spiring er ikke iagttaget.

Spirillum desulfuricans Beijerinck.

Skruerne er svagt snoede med oftest kun $^1/_2$—1 Vinding. De er omtrent 4 μ lange og ca. 1 μ tykke. Udfører ret livlige Bevægelser.

Ifølge Beijerinck obligat Anaërobiont, som reducerer

Sulfater til Sulfider; den vokser ikke paa Gelatine, men lader sig dyrke uden Luftens Adgang i sulfatholdige Vædsker.

Funden i Vand.

Spirillum undula (O. Fr. Müller) Ehrenberg.

Meget variabel. Danner oftest korte V-formede Skruer paa $^1/_2$—1 Skruevinding, sjældnere paa $1^1/_2$—3. Cellerne er i Reglen 0,6—1,3 μ tykke. Skruernes Stejlhed er meget forskellig (Højden er 3—10.5 μ, Gennemsnittet $^3/_4$ til ca. $^1/_{10}$ af Højden). Plasmaet er graat, sjældent en Smule grynet. Ved Polerne sidder en Busk af let buede Cilier. Bevægelserne er oftest meget livlige; under Akseomdrejning skyder Spirillerne frem og tilbage, idet Forende forandres til Bagende. Undertiden snurrer de rundt som en Top om den ene Ende.

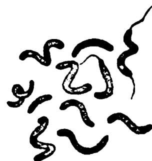


Fig. 186. *Spirillum undula* (O. Fr. Müller). $^{660}/_1$. (Efter Warming).

Almindelig i raadnende Vædsker samt baade i Fersk-, Brak- og Saltvand.

Spirillum volutans Ehrenberg.

En meget stor, noget plump Art, som ofte danner lange regelmæssige Skruer med en Højde af 9—13 μ og med en Diameter, der varierer fra 1,5—4 μ. Cellerne er ca. 2 μ tykke, og deres Ender er i Reglen noget afsmalnede og derpaa jævnt afrundede. Plasmaet er graat og indeholder konstant nogle grove Korn eller Gryn. Ved Polerne sidder en Busk af ret lange, buede Cilier. Bevægelserne er de sædvanlige Skruebevægelser og kan være meget livlige.

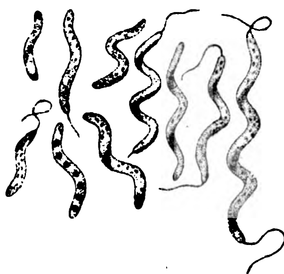


Fig. 187. *Spirillum volutans* Ehrenberg. $^{660}/_1$. (Efter Warming).

Forekommer i raadnende Vædsker og i Sumpvand; desuden findes den i Salt- og Brakvand ved mange af vore Kyster, men hører til de sjældnere Arter.

Spirillum tenue Ehrenberg.

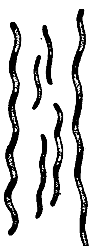


Fig. 188. *Spirillum tenue* Ehrenberg. 660/1. (Eft.Warming).

Danner lange, regelmæssigt snoede Skruer, oftest af 3,5—4 μ Højde og en Diameter, der er knap halvt saa stor (undertiden er de endnu stejlere). Cellernes Tykkelse er næppe 1 μ. En polar Busk af let buede Cilier er tilstede.

Almindelig i Sumpvand og raadnende Vædsker, desuden ved Kysterne i Salt- og Brakvand.

Spirillum serpens (O. Fr. Müller) Winter, *Vibrio serpens* O. Fr. Müller.



Fig. 189. *Spirillum serpens* (O.F.Müller). 660/1. (Eft.Warming).

Danner fine, meget flade Skruer med oftest kun 1—2 Vindinger (Højden 8—12 μ, Diameter 1,2—3 μ); Cellernes Tykkelse er ca. 0 5 μ. En polar Ciliebusk er tilstede.

Almindelig i Vand, raadnende Vædsker o. s. v.

Spirillum (Thiospirillum) sangvineum (Ehrenberg) Cohn, *Ophidomonas sangvinea* Ehrenberg, *Thiospirillum sangvineum* Winogradsky

er en rødfarvet Svovlbakterie (se p. 37—38, 92—93, 105—7). Cellerne er 3—4 μ tykke og har et blegrødt, fint grynet Plasma, som indeholder talrige glinsende rødlige Svovlkorn af 1—1,2 μ Diameter. Kroppen er cylindrisk, afrundet for Enderne og regelmæssigt skruesnoet (i en venstre Skrue). Vindingernes Antal er fra $^1/_2$—3, deres Højde 15—30 μ og Diametren sædvanligvis $^2/_3$—$^1/_2$ af Højden; men undertiden er de betydelig stejlere. Skruernes Længde varierer meget; den kan naa 65 μ, men er i Reglen betydelig mindre. Polare Ciliebuske er tilstede, og Individerne er meget livligt bevægelige; de bevæger sig frem og tilbage under Akseomdrejning i de forskelligste Retninger eller snurrer omkring som Toppe om den ene Ende o. s. v.; i det hele taget egner denne

kæmpemæssige Form sig fortrinligt til Studiet af Bakteriernes Bevægelser.

Forekommer meget udbredt sammen med andre Svovlbakterier i Brak- eller Saltvand, hvor Tang o. s. v. raadner under Svovlbrintedannelse; saaledes er den meget almindelig ved København. En noget mindre Form forekommer i Ferskvand. Flere andre Arter af røde Svovlspiriller forekommer ved vore Kyster, saaledes *Spirillum Rosenbergii* Warming, en mindre Art, hvis Celler indeholder et meget mørkt Plasma, som er opfyldt af store Svovlkorn, *Spirillum violaceum* Warming o. s. v. Desuden kan nævnes *Spirillum Jenense* (= *Ophidomonas Jenensis* Ehrenberg, der staar nær ved *Spirillum sangvineum* og forekommer i Ferskvand.

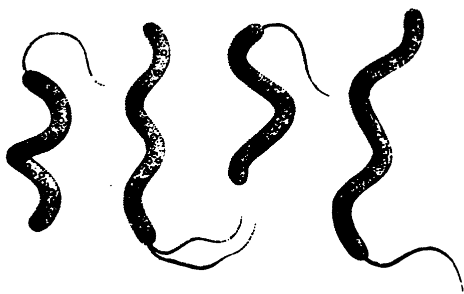


Fig. 190. *Spirillum (Thiospirillum) sangvineum* (Ehrenberg). $^{660}/_{1}$. (Efter Warming).

Spirochaete Ehrenberg.

Cellerne er skruesnoede; de mangler Cilier, men er meget fleksile og bevæger sig i slangeagtige Bugtninger (ligesom de blaagrønne Parallelformer af Slægten *Spirulina*). Endosporedannelse er ukendt.

Slægten *Spirochaete* indeholder kun et ringe Antal Arter, hvoriblandt et Par patogene. Det er tvivlsomt, om *Spirochaete*-Arterne er beslægtede med de øvrige Bakterier; snarere synes de at nærme sig til de blaagrønne Alger. Det er ikke lykkedes at dyrke nogen *Spirochaete*-Art.

Spirochaete Obermeieri Cohn, *Spirochaete febris recurrentis.*

Optræder i Form af uregelmæssigt bølgede eller skruesnoede Traade med en Længde af 10—14 μ og en Tykkelse

af 0,4 μ; man har ikke kunnet paavise Leddeling i Celler hos dem. Skruerne er hyppigt uregelmæssigt bøjede og sammenslyngede. Farves let med de sædvanlige Farvestoffer. Traadene udfører slangeagtige Bevægelser; de krummer og vrider sig paa den forskelligste Maade og udfører tillige Skruebevægelser som Spirillerne.

Den er utvivlsomt Aarsag til Rekurrensfeber, under hvilken man kan paavise den i Massevis i Blodet, men kun under Feberanfaldene; imellem disse er den forsvunden. Ved Indpodning af *Spirochaete*-holdigt Blod paa Mennesker og Aber har man kunnet fremkalde Rekurrensfeber hos disse.

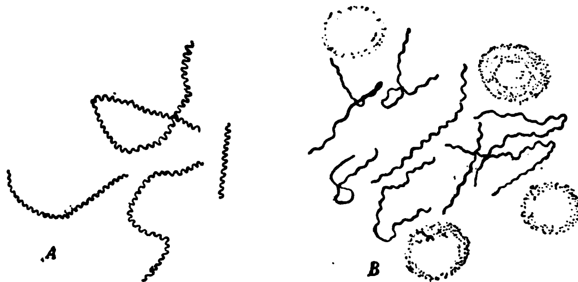


Fig. 191. *A Spirochaete plicatilis* Ehrenberg; *B Spirochaete Obermeieri* Cohn. 1000/1. (Efter Migula).

Spirochaete anserina Saccharoff
er paavist som Aarsag til Epidemier hos Gæs i Trans-Kaukasien. Den ligner ganske *Spirochaete Obermeieri* og findes ligesom denne i Blodet hos de syge Dyr.

Spirochaete dentium Koch, *Spirochaete denticola* Autt. findes ofte i Tandslim; den ligner ogsaa *Spirochaete Obermeieri* meget, men er kortere og tyndere.

Spirochaete plicatilis Ehrenberg.

Danner lange regelmæssige Skruer (0,3 μ tykke, indtil 50 μ lange) dels med tætte, dels med mere aabne Skruevindinger. De er overordentlig livligt bevægelige og udfører de sædvanlige *Spirochaete*-Bevægelser. Forekommer almindelig udbredt i Sumpvand.

Spirochaete gigantea Warming er en kæmpemæssig Art med graat, fint grynet Indhold og brat afrundede Ender; Tykkelsen er omtrent 3 μ. Stejle, til venstre snoede Skruer, med en Højde af ca. 25 μ og en Diameter af ca. 7—9 μ; de kan have indtil 16 Vindinger. Den er fleksil som de øvrige *Spirochaete*-Arter, men dog i ringere Grad; under langsom Akseomdrejning bugter den sig roligt omkring, og undertiden ender den med at sno sig om sig selv.

Findes flere Steder ved vore Kyster i Brakvand sammen med Svovlbakterier imellem raadnende Tang.

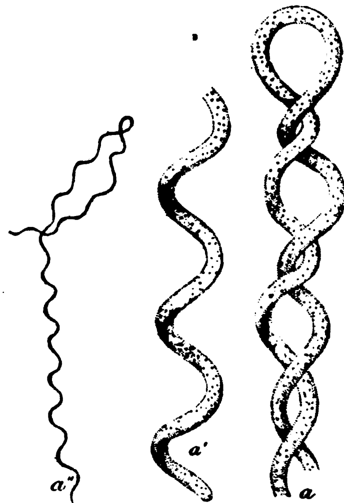


Fig. 192. *Spirochaete gigantea* Warming. a'' 166/1; a, a' 660/1. (Efter Warming).

II. Trichobacterinae.

Traadbakterier, højere staaende Bakterier.

Individerne bestaar af flercellede Traade, der hos de fleste er enkelte, hos nogle falsk gaffelformet forgrenede *(Cladothrix)*. I Reglen er Traadene omgivne af en fast Geléskede (undtagen hos *Beggiatoa*). Formering finder Sted ved Dannelse af Gonidier (se p. 56—60), som kendes hos alle Slægter undtagen hos *Beggiatoa*; hyppigst er Gonidierne ubevægelige og føres passivt om af Vandet, hvori de lever; sjældnere er de bevægelige, enten ved Hjælp af Cilier *(Cladothrix)*, eller de udfører lignende oscillerende Bevægelser (se p. 35—36) som Forplantningsorganerne (Hormogonierne) hos de blaagrønne Alger *(Thiothrix)*. Endosporedannelse

mangler ganske hos denne Gruppe; Gonidierne vokser uden noget hvilende Stadium ud til vegetative Traade.

Gruppen, *Trichobacterinae*'s Slægtskabsforhold er ikke klare; med *Haplobacterinae* er der næppe noget nært Slægtskab; snarere synes *Trichobacterinae* at nærme sig til de blaagrønne Alger, Cyanofyceerne, blandt hvilke man genfinder ganske de samme ydre Former. Saaledes svarer

Bakterieslægten	*Chlamydothrix* Migula	til	Algesl.	*Lyngbya*.
—	*Crenothrix* Cohn	-	—	*Chamaesiphon*.
—	*Beggiatoa* Trevisan	-	—	*Oscillatoria*.
—	*Thiothrix* Winogradsky	-	—	*Lyngbya*.
—	*Phragmidiothrix* Engler	-	—	*Chamaesiphon*.
—	*Cladothrix* Cohn	-	—	*Plectonema*.
—	*Streblothrichia* Guignard	-	—	*Amphithrix*.
—	*Sarcinastrum* Lagerheim	-	—	*Pleurocapsa*.

Om disse ydre Formligheder er ensbetydende med virkeligt Slægtskab, maa dog betragtes som tvivlsomt; med Sikkerhed tør vi kun formode, at *Beggiatoa* og *Oscillatoria* er nærbeslægtede, thi vi finder i disse to Slægter[1] foruden ganske de samme Former tillige den samme ejendommelige Bevægelsesmaade, som ikke kendes hos andre Organismer end Bakterierne og de blaagrønne Alger, og det ligger da nær at betragte *Beggiatoa*-Arterne som farveløse, saprofytiske *Oscillatorier*[2]).

Blandt de andre Slægter af *Trichobacterinae* er *Cladothrix* (Arten *C. dichotoma*) en af de bedst undersøgte og navnlig den eneste, som man har kunnet dyrke i Renkultur. Hos denne finder vi ganske de samme Former som hos Cyanofycéslægten *Plectonema* (leddelte, falsk forgrenede Traade, der er indesluttede i en Geléskede), saa at man ogsaa her kunde formode Slægtskab. Men herimod taler det meget væsentlige Forhold, at *Cladothrix* har Formeringsceller, der er forsynede med ægte Cilier, medens disse er ganske ukendte hos *Plectonema* og alle andre blaagrønne Alger.

[1] Muligvis er det samme Tilfældet med Slægten *Thiothrix*, som kun er os bekendt gennem Winogradsky's Beskrivelse, og Cyanofyceslægten *Lyngbya*.

[2] Desuden kendes *Oscillatoria*-Arter, som kun er yderst svagt farvede.

Alt i alt maa vi derfor nøjes med at konstatere, at de farveløse (saprofytiske) Traadbakterier optræder med de samme ydre Former som de farvestofholdige (assimilerende) blaagrønne Alger, uden at det tør betragtes som afgjort, om der er virkeligt Slægtskab mellem dem (undtagen mellem *Beggiatoa* og *Oscillatoria*). Desuden skal det lige nævnes, at det iøvrigt er tvivlsomt, om *Trichobacterinae* er en homogen Afdeling; saaledes staar Slægten *Cladothrix* meget isoleret ved sine Cilier, der ellers ikke kendes indenfor Gruppen, og om de Svovlkorn-førende Arter (af Slægterne *Beggiatoa* og *Thiothrix*) hører naturligt sammen med de svovlfrie, er ogsaa meget problematisk.

I det følgende skal vi kun nævne de mest karakteristiske og bedst undersøgte Former.

1. Familie **Chlamydobacteriaceae** Skedebakterier.

Traadene er ubevægelige, stive, de bestaar af cylindriske Celler og er indesluttede i rørformede Geléskeder. Formeringen, sker ved at de vegetative Celler løsnes af deres indbyrdes Forbindelse og træder ud af Skederne som bevægelige eller ubevægelige Gonidier. Disse udvikler sig uden nogen Hvileperiode til nye vegetative Traade.

Arterne, som for Øjeblikket ikke lader sig skarpt afgrænse fra hverandre, da man med Undtagelse af *Cladothrix dichotoma* ikke har kunnet rendyrke dem, forekommer i Vand, baade i Ferskvand (Damme, Søer, Floder) og i Havet.

Chlamydothrix Migula[1].

Syn. *Streptothrix* Migula non Cohn, *Leptothrix* Autt. e.p.

Traadene er ugrenede og omgivne af tykkere eller tyndere Geléskeder; de er fæstede til et Underlag ved deres

[1] I 1. Kapitel har vi i Stedet for Slægtsnavnet *Chlamydothrix* anvendt Navnet *Streptothrix* (p. 10, Fig. 12; p. 56—57, Fig. 75; p. 78) uden at være opmærksomme paa, at dette Navn først har været benyttet om andre Organismer og saaledes ikke bør anvendes her. — »*Leptothrix buccalis*« er en i Mundhulen forekommende, utilstrækkelig bekendt traadformet Bakterie.

ene Ende, eller de flyder frit om i Vandet. Celledeling finder kun Sted efter een Rumretning, nemlig lodret paa Traadenes Længdeakse. Gonidierne er rundagtige eller ægformede og ubevægelige.

Flere Arter, de fleste i Ferskvand; herhen hører de fleste af de saakaldte Jernbakterier (se herom p. 107—8).

Chlamydothrix ochracea (Kützing) Migula, *Leptothrix ochracea* Kützing.

De unge Traade er omtrent 0,8 μ tykke. Skederne er i Begyndelsen tynde og farveløse; senere tiltager de i Mægtighed, samtidig med at de farves gulbrune af Jærntveilte, som aflejres i dem. Ved Dannelsen af de ægformede Gonidier tømmes Skederne efterhaanden, men deres Jærntveilteindhold gør dem meget modstandsdygtige, saa at de holder sig i lang Tid uden at opløses.

Efter Migula skal denne Art være den almindeligste Jærnbakterie; den er meget udbredt i stillestaaende Vande, der er rige paa kulsurt Jærnforilte, og Dannelsen af Myremalm (og maaske andre Ferskvandsmalme, der ligeledes især bestaar af Jærntveiltehydrater) i Moser og Sumpe maa rimeligvis for en stor Del skyldes denne og lignende Arters Virksomhed, idet de ilter det i Vandet opløste Jærnforilte, der saa efter deres Død bundfældes som Tveilte.

Chlamydothrix hyalina Migula
bestaar af meget sarte (0,6 μ tykke) Traade, der forekommer i Sumpvand indfiltrede mellem andre Traadbakterier.

Thiothrix Winogradsky.

Traadene er ugrenede og omgivne af en meget tynd, hindeagtig Skede. De er fæstede til Underlaget ved en Slim, der udskilles af den noget opsvulmede Basis. Cellerne er cylindriske og indeholder Svovlkorn. Formering finder Sted, ved at Traadenes Ender falder hen i stavformede Gonidier, der udfører ejendommelige krybende Bevægelser ligesom Hormogonierne hos de blaagrønne Alger (se p. 60).

Af denne Slægt kendes hidtil 3 Arter, som især lever i svovlholdige Kilder.

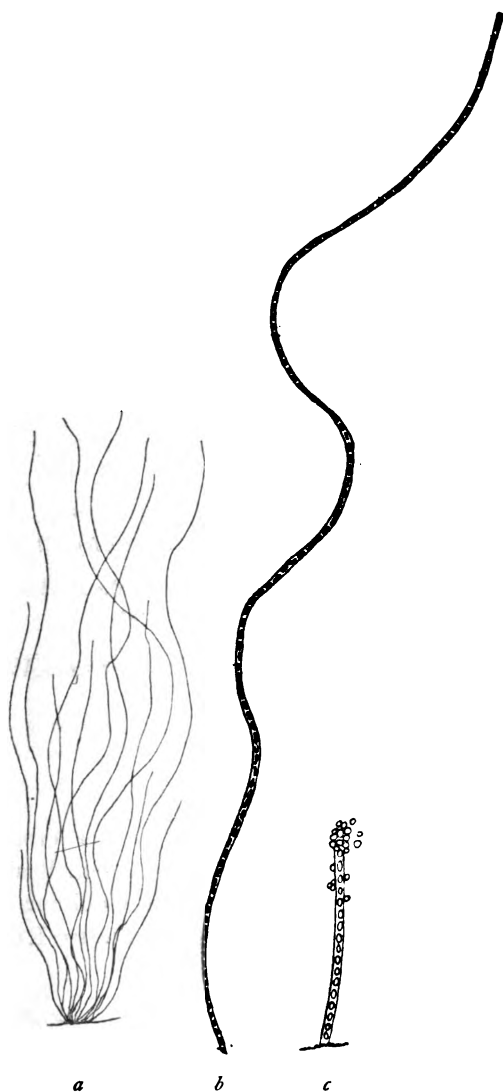


Fig. 193. *Chlamydothrix hyalina* Migula (= *Streptothrix hyalina*). *a* fastsiddende Traade; *b* en Traad, som efter en Behandling med Jod viser sin Leddeling i Celler; *c* gonidiedannende Traad. *a* $^{100}/_{1}$, *b* og *c* $^{1000}/_{1}$. (Efter Migula).

Thiothrix nivea (Rabenhorst) Winogradsky.

Traadene er fæstede ved deres 2—2,5 μ tykke Basaldel og fra denne næsten retvinklet bøjede; i Midten har de en Tykkelse af 1,7 μ og i Spidsen 1,4 μ.

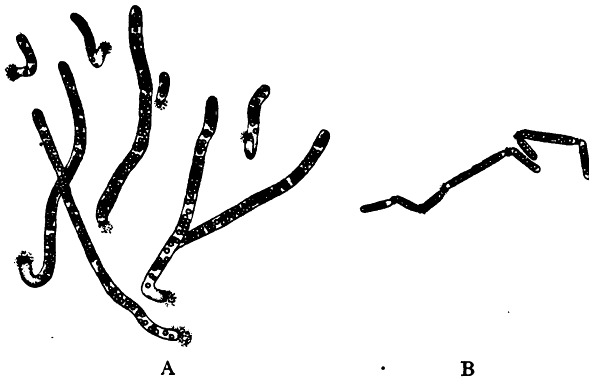


Fig. 194. A *Thiothrix nivea* (Rabenhorst) Winogradsky; B *Thiothrix tenuis* Winogradsky.
A Traade der sidder fæstede til et Dækglas, *B* Række af afsnørede Gonidier. $^{900}/_{1}$. (Efter Winogradsky).

Nærstaaende uanseligere Arter er *T. tenuis* Winogradsky og *T. tenuissima* Winogradsky.

Crenothrix Cohn.

Ugrenede, fastsiddende Traade, der er omgivne af en Skede og har en tydelig Modsætning mellem Basis og Spids. Formering ved ubevægelige rundagtige Gonidier, der dannes af de vegetative Celler efter Delinger i alle tre Rumretninger.

Slægten indeholder kun een Art:

Crenothrix polyspora Cohn, *Brøndtraaden.*

Traadene er afsmalnede mod Basis og fortykkede mod Spidsen; i deres nederste Del er de 1,5—5 μ, ved Spidsen 4—9 μ tykke, saa at de undertiden kan være næsten kølleformede. Cellerne er oftest lave, skiveformede. I Begyndelsen er Skederne tynde og farveløse, senere tiltager de i Tykkelse og bliver stive samtidig med, at der aflejres Jærntveilte i dem

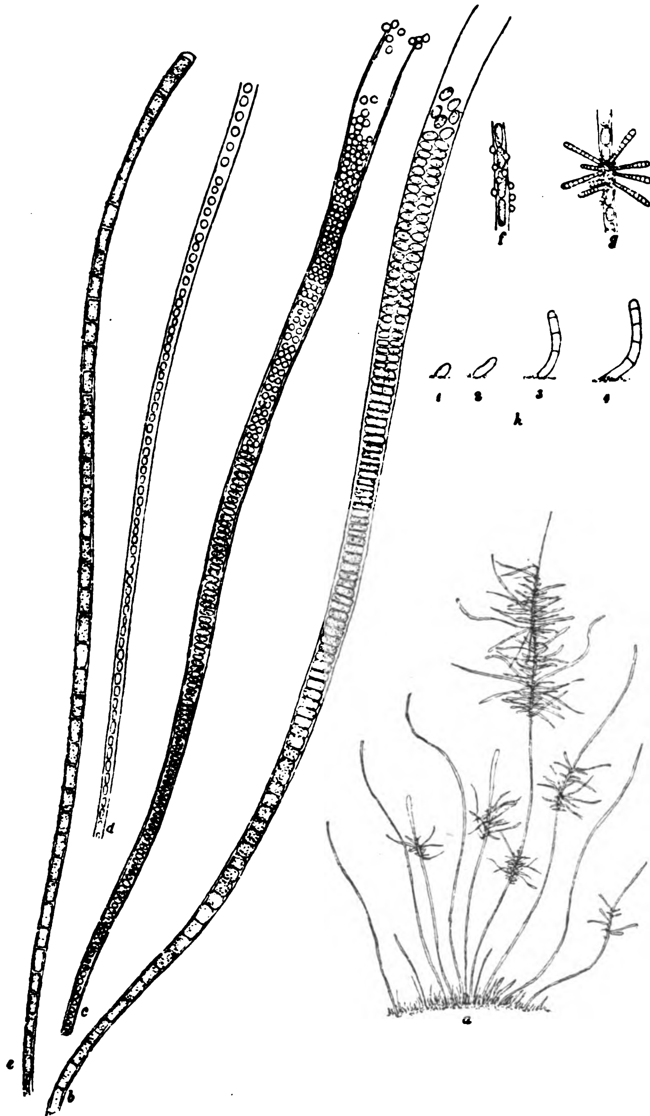


Fig. 195. *Crenothrix polyspora* Cohn.
a Gruppe af fastsiddende Traade; paa nogle er Gonidierne voksede ud til nye Traade; *b* makrogonidiedannende Traad; *c* mikrogonidiedannende Traad; *d* Traad, der kun danner een Række af smaa Gonidier; *e* vegeterende Traad; *h*, *f*, *g* spirende Gonidier. *a* $^{64}/_{1}$; *b*—*h* $^{800}/_{1}$ (Efter Migula).

(jfr. *Chlamydothrix ochracea* p. 318). Om Gonidiernes Dannelse og Udvikling se p. 57—59. De sætter sig ofte fast og spirer paa ældre *Crenothrix*-Individer, som derved tilsyneladende bliver forgrenede (Fig. 195 a).

Crenothrix polyspora forekommer i jærnholdigt Vand, hvor den vokser som lave filtede Overtræk; i Brønde og og Vandledninger, hvis Vand indeholder meget Jærn, kan den undertiden ved sin hurtige Vækst og mægtige kvantitative Udvikling være en meget besværlig Gæst; man kan dog paa slige Steder udrydde den ved at befri Vandet for dets Jærnindhold, som er nødvendigt for dens Trivsel.

Cladothrix Cohn.

Traadene er falsk gaffelformet (pseudodichotomisk) forgrenede; de er omgivne af en Geléskede og udviser ikke nogen Modsætning mellem Basis og Spids. Formering ved bevægelige, sværmende Gonidier, der er forsynede med en lateral Ciliebusk.

Til Slægten *Cladothrix* hører nogle faa Vandbakterier, hvoraf den bedst undersøgte, *C. dichotoma*, skal omtales her. Slægten er overfor alle andre Bakterier karakteriseret ved sine pseudodichotomiske Traade; med Urette har man ført andre forgrenede Mikroorganlsmer herhen, nemlig *Actinomyces*-Gruppens Arter (se Tillæget i 5. Kapitel), der utvivlsomt ikke er Bakterier, og som bestemt afviger fra *Cladothrix* ved at have ægte Forgreninger. Ved *Cladothrix* bør vi kun forstaa Bakterier med falsk Forgrening som *C. dichotoma*, for hvilken Cohn først anvendte Navnet.

Cladothrix dichotoma Cohn, *Grenhaar*.

Traadene er samlede i fine Fnug; de er omgivne af en fast tynd Skede og er hist og her falsk forgrenede (se herom p. 11). De cylindriske Celler har en Tykkelse af omtrent 2 μ; de forlader Skederne som stavformede Gonidier, der sværmer omkring ved Hjælp af en lateral Ciliebusk, som udspringer i Nærheden af den ene Pol (se p. 59—60).

Det er lykkedes Büsgen at rendyrke *Cladothrix dichotoma*; den lader sig dyrke i en tynd Bouillon, hvor den vokser i Form af Fnug, eller paa en meget vandholdig Ge-

latine med Tilsætning af lidt Bouillon, her danner den uden at smelte Gelatinen runde, hvidlige Kolonier med et tættere Centrum, hvorfra der udstraaler bugtede, sparsomt forgrenede

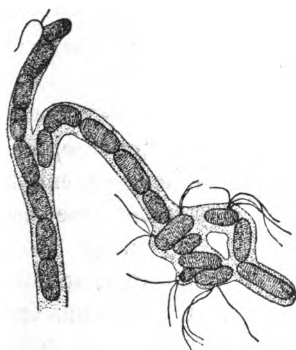


Fig. 196. *Cladothrix dichotoma* Cohn.
Spidsen af en gonidiedannende Traad. $^{1000}/_{1}$. (Eft. Alfr.Fisaher).

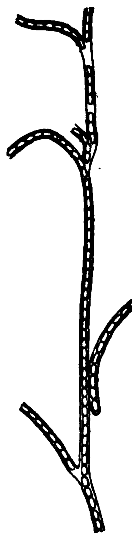


Fig. 197. *Cladothrix dichotoma* Cohn.
Del af en grenet Traad. $^{600}/_{1}$. (Efter Alfr. Fischer).

Traade. Ved sine Renkulturer kunde Büsgen konstatere Urigtigheden af tidligere Angivelser (Zopf) om Plemorfi hos denne Bakterie.

Forekommer almindelig udbredt i Ferskvand.

2. Familie **Beggiatoaceae** Svovltraade.

Beggiatoa Trevisan.

Traadene er bøjelige og udfører oscillerende Bevægelser (se p. 35—36). De mangler Skeder. Cellerne er cylindriske og indeholder lysbrydende Svovlkorn. (Om Svovlkornene og deres Betydning se p. 21—22 samt 105—7). Formering ved

løsrevne Traadstykker. Nærmest beslægtet med *Beggiatoa* synes den blaagrønne *Oscillatoria* at være.

Beggiatoa-Arterne ligner meget *Thiothrix*, fra hvilke de adskiller sig ved at være frie, ikke fastsiddende, ved at mangle Skeder og ved at være lige tykke gennem hele Længden. Der findes flere Arter, som vanskeligt lader sig skelne fra hinanden; de forekommer i Vand, der er rigt paa Svovlbrinte, saaledes i Mængde ved vore Kyster i Brakvand, hvor Tangen raadner under Svovlbrintedannelse, men ogsaa i Ferskvand og Svovlkilder.

Beggiatoa alba (Vaucher) Trevisan.

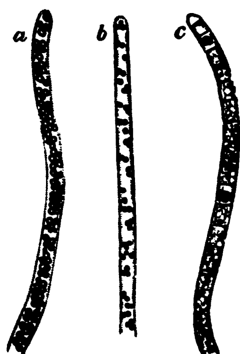


Fig. 198. *Beggiatoa alba* (Vaucher) Trevisan. 900/1. (Efter Winogradsky).

Traadene er 3,3—3,8 μ tykke (sjældnere betydeligt tyndere) med Celler, der oftest er længere end brede; i Reglen er Cellegrænserne usynlige paa Grund af de talrige Svovlkorn som opfylder Cellerummet; men opløser man Svovlet, kan man faa Leddelingen at se.

B. alba er den almindeligste Art og forekommer baade i Sumpe og Svovlkilder samt i Brakvand ved vore Kyster i stor Mængde, overtrækkende Bunden og raadnende Alger med et hvidligt Skimmelvæv.

Beggiatoa minima Warming.

Traadene naar en Længde af 40 μ og en Tykkelse af 1,8—2 μ. Leddelingen er tydelig, Cellerne er næppe halvt saa høje som brede, og de stærkt fleksile Traade er derfor tæt tværstribede.

Forekommer hist og her ved vore Kyster i Brakvand.

Beggiatoa arachnoidea (Agardh) Rabenhorst.

Traadene er 5—8 μ tykke og tydelig leddelte. Leddenes Højde er omtrent lig med eller mindre end Tykkelsen.

Forekommer baade i Sumpe, Svovlkilder og Brakvand.

Beggiatoa mirabilis Cohn.

Traadene naar en Tykkelse af 20—40 μ[1], og denne Art er saaledes en ren Kæmpe blandt Bakterierne, idet ingen anden Bakterie har blot tilnærmelsesvis saa tykke Celler. Traadene er tydeligt leddelte og bestaar af Celler, der ikke er saa høje som tykke, undertiden betydeligt lavere (indtil $^1/_3$ af Tykkelsen). Celleindholdet har en graa Farve i Modsætning til de andre *Beggiatoa*-Arter, som i kornfyldt Tilstand er meget mørke, næsten sorte, og Svovlkornene ligger her i tydelige Bælter op til Væggen, især Ydervæggen.

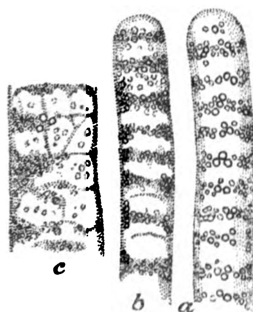


Fig. 199. *Beggiatoa mirabilis* Cohn. Tre Traadstykker med Svovlkorn. $^{890}/_1$. (Efter Warming).

Beggiatoa mirabilis er paa Grund af sin Størrelse et gunstigt Objekt for Studiet af Bevægelserne; den bevæger sig ligesom de mindre Arter og er i høj Grad fleksil, saa at man kan se den udføre de mest forbavsende, krampagtige Snoninger, og af og til giver det som et Ryk i den, medens den glider langsomt frem over Underlaget (Warming). Desuden kan man hos den undertiden iagttage en højst ejendommelig peristaltisk Bevægelse (først set af Cohn), idet korte Kontraktionsbølger løber hen over Membranen, saa at denne afvekslende rynkes og glattes ud.

Den er af Warming og Forff. fundet flere Steder i Brakvand og Saltvand ved vore Kyster, hvor den synes at være ret udbredt og almindelig, om den end ikke træffes i saa store Mængder som f. Eks. *Beggiatoa alba*. Den blev først funden af Cohn i et Saltvandsakvarium.

[1] Disse Maal skyldes Warming og gælder danske Eksemplarer; vi kan bekræfte hans Angivelser. De Eksemplarer, som Cohn maalte, og hvorpaa han opstillede Arten, naaede kun en Tykkelse af 16 μ.

FEMTE KAPITEL.

TILLÆG TIL BAKTERIERNE.

Straalesvampe *(Actinomycetes).*

Syn.: *Streptotricheae, Oosporeae, Nocardiaceae.*

Til denne Gruppe hører et mindre Antal Arter, hvoraf flere er patogene. Der har hersket stor Uklarhed i Opfattelsen af disse Organismers systematiske Stilling, og man har henregnet dem saavel til Bakterierne som til Svampene.

Ifølge de nyeste Studier adskiller Straalesvampene sig bestemt fra Bakterierne ved Tilstedeværelsen af et ægte forgrenet Mycelium, som formerer sig ved Afsnøring af Konidier; de synes derfor utvivlsomt at maatte finde deres Plads blandt Svampene, og da man hos dem ikke kender andre Formeringsorganer end Konidierne (om den saakaldte »Fragmentation« se nedenfor), maa vi indtil videre anbringe dem i Gruppen *Hyphomycetes,* ufuldstændigt kendte Svampe, hos hvilke man kun har fundet Konidier. Derimod kan det endnu ikke afgøres, til hvilken Familie af Hyphomyceterne de nærmest bør sluttes, og man gør derfor bedst i foreløbigt at opfatte dem som en egen Gruppe *(Actinomycetes)* blandt de ufuldstændige Svampe (Lachner-Sandoval).

Med den af Lachner-Sandoval grundigt studerede *Actinomyces albido-flavus* som Type skal vi herefter give en kort Beskrivelse af Straalesvampenes vigtigste Egenskaber.

Udsaar man Konidier (se senere) af denne, ikke patogene, Art paa en gunstig Næringsbund, vil man efter 24 Timers Forløb finde forskellige Spiringsstadier. De næsten kuglerunde Konidier forlænger sig og bliver ægformede, derefter skyder der fra den ene eller begge Poler knoplignende Fortsættelser frem (altsaa paa samme Maade som ved Gærsvampenes Knopskydning). Disse Fortsættelser strækker sig (Fig. 200, 1. *a* og *b*), samtidig med at de krummes eller bugtes. Herefter begynder de at forgrene sig, idet der dannes en eller flere laterale Udposninger (Fig. 200, 1. *b, c*),

som vokser ud lodret paa Moderaksen og antager samme Form og Udseende som denne. Senere fremkommer Grendannelser af højere Orden, idet Døtreakserne forgrener sig, og tilsidst opstaar herved et rigt grenet Mycelium, som breder sig ud over Næringsbunden i alle Retninger (Fig. 200, 2.). Mycelietraadene er tynde

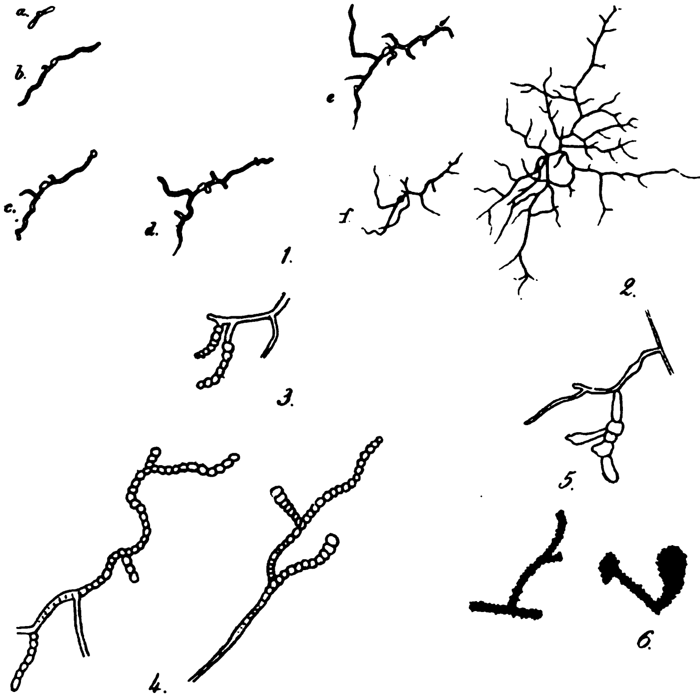


Fig. 200. *Actinomyces albido-flavus* Gasperini.

1. Spiring af en Konidie. *a* Kl. 8 om Morgenen, *b* Kl. 11, *c* Kl. 1, *d* Kl. 3, *e* Kl. $5^1/_2$, *f* Kl. $7^1/_2$.
2. En to Dage gammel Plante.
3. Konidiedannelse (Segmentation af Lufthyfer).
4. Konidiedannelse (Segmentation af Traade i en Druesukkerkultur).
5. Abnorm Segmentation af Traade fra en Glycerin-Druesukkerkultur.
6. Kolbeformet opsvulmede og med Korn besatte Traade.
(Efter Lachner-Sandoval).

og farveløse, men i Modsætning til de fleste Hyphomyceters ret stive. Nogen Leddeling i Celler er det ikke lykkedes at paavise med Sikkerhed; men i ældre Kulturer kan man finde, at Protoplasmaet indenfor Cellevæggen falder hen i uregelmæssige eller kuglerunde Klumper og Stykker, som efterhaanden adskilles (Fragmentation). Disse Protoplasmafragmenter er i Stand til

paa gunstige Næringssubstrater at vokse ud til forgrenede Traade og saaledes at grundlægge nye Planter (Sauvageau og Radais), og de maa derfor anses for en Slags lidet differentierede Formeringsorganer, hvis Modstandskraft mod ugunstige ydre Faktorer ikke er større end de vegetative Traades. Foruden disse Protoplasmafragmenter findes der imidlertid hos flere Arter en anden Slags Formeringsorganer, som er bedre karakteriserede og ogsaa mere modstandsdygtige, nemlig ægte Konidier; undersøger man saaledes en Koloni, vil man finde, at nogle af dens Hyfegrene hæver sig over Overfladen og rager frit frem i Luften (Lufthyfer); disse Grene opnaar en større Tykkelse end de øvrige (2—4 Gange), og deres Endedele falder tilsidst hen i Kæder af farveløse, runde Konidier (Segmentation, Fig. 200, 3.)[1]. Denne Konidiedannelse eller Segmentation ligner meget *Oidium*-Arternes; den adskiller sig derved fra den tidligere omtalte Fragmentation, at den udgaar fra Væggen, som bliver perlesnorformet indsnøret, saa at Traadene tilsidst afdeles i rækkestillede Celler. Indsnøringen synes at foregaa simultant, saa at man paa Lufthyferne stadig finder alle Konidierne paa det samme Udviklingstrin.

Konidiedannelsen er dog ikke indskrænket til Lufthyferne alene, men kan ogsaa foregaa i Kulturer, som er nedsænkede i Væsker (f. Eks. en Druesukkeropløsning); den finder da Sted paa en lidt anden Maade, idet Segmentationen her ikke indskrænkes til Grenenderne, men ogsaa griber over paa Hovedhyferne (se Fig. 200, 4.); endvidere foregaar den ikke simultant gennem hele Traadenes Længde, men begynder ved Spidserne og skrider derpaa langsomt nedefter (basipetal Udvikling); af denne Grund er Endekonidierne de ældste og største (se Figuren). Undertiden foregaar Segmentationen paa abnorm Vis, og der dannes da ganske uregelmæssige Billeder (Fig. 200, 5.), som rimeligvis maa sammenlignes med Bakteriernes Involutionsformer.

Segmentationen er en i morfologisk Henseende bedre karakteriseret Proces end Fragmentationen, og Konidierne udmærker sig ogsaa ved en noget større Modstandsdygtighed mod skadelige ydre Faktorer end de vegetative Tilstande[2]; men de kendes som nævnt ikke hos alle Arter. Betingelserne for Konidiedannelsen

[1] Iøvrigt synes Konidiedannelsen ikke overalt at være saa vel karakteriseret som beskrevet hos *Actinomyces albido-flavus*, og undertiden kan det være tvivlsomt, om man har Segmentation eller blot Fragmentation for sig.

[2] I Forhold til Bakteriesporerne er Straalesvampenes Sporer (Konidier) dog kun lidet modstandsdygtige. Deres Betydning maa derfor nærmest søges i den Rolle, de spiller som Formeringsorganer, medens Bakteriesporerne jo nærmest er Hvileorganer (se p. 44). Saaledes dræbes Sporerne af den saprofytiske *Actinomyces albus* ved et 15 Minutters Ophold i Vanddampe paa 100° (i tør Luft dog ikke, selv efter 15 Minutter ved 120°), de vegetative Traade allerede ved Opvarmning til 60° i 10 Minutter (Gasperini). Hos

synes at være meget vekslende. I Almindelighed kan det siges, at den begunstiges ved en langsom Udtørring af Kulturerne ligesom ogsaa ved en uhindret Luftadgang, men dette er dog ikke almengyldigt, thi som ovenfor nævnt, finder Dannelsen af Konidier jo ogsaa Sted hos Individer, der er nedsænkede i Kulturvædsker (f. Eks. Flodvand eller 4 pCt. Druesukkeropløsning, Lachner-Sandoval).

Hos enkelte *Actinomyces*-Arter, navnlig de patogene, er Hyfernes Ender ofte kolbeformet opsvulmede, saaledes hos den vigtige patogene *Actinomyces bovis*; denne optræder i Værtorganismens Væv som smaa Korn, der bestaar af tæt sammentrængte, radiært udstraalende Traade med kolbeformede Ender (se Figg. 201 og 202). Kolberne synes at dannes, ved at Traadendernes Cellevæg svulmer op til en mere eller mindre fast, geléagtig Masse, indeni hvilken man kan se Celleindholdet som en midtstillet Stræng; de maa rimeligvis tydes som Degenerationsfænomener, der navnlig kommer frem, naar Udviklingen er standset. Tidligere har man anset dem for at være Formeringsorganer, hvad der utvivlsomt ikke er Tilfældet. Som nævnt forekommer Kolbeformerne især hos de patogene Arter, hvor de kan optræde under forskellige Skikkelser (se Fig. 204); i ganske enkelte Tilfælde er Traade med lignende kolbeformet opsvulmede Ender dog ogsaa iagttagne hos saprofytiske Arter (se Fig. 200, 6.).

Straalesvampene synes at være meget udbredte i Naturen. De færreste kan betegnes som helt uskadelige; dog har kun faa nogen større patogen Betydning. Enkelte kendes hidtil kun som Saprofyter. De fleste Arter lader sig let dyrke paa vore kunstige Substrater, hvor deres Kolonier, naar de danner Lufthyfer med Konidier, mere ligner Skimmelsvampe end Bakterier. I Modsætning til Skimmelsvampene er en svag alkalisk eller nevtral Reaktion af Substratet nødvendig for deres Trivsel; allerede et ringe Syreindhold standser Væksten fuldstændigt (Lachner-Sandoval). Nogle Arter danner Farvestoffer. Flertallet af de kendte Straalesvampe er Aërobionter; kun faa synes at være eksklusive Anaërobionter (*Actinomyces mineaceus*).

Af den ovenfor givne Fremstilling vil det ses, at Straalesvampene i meget vigtige Forhold afviger fra Bakterierne, idet de besidder et ægte forgrenet traadformet Mycelium, som under visse Forhold kan indtræde i Konidiedannelse, begge Dele Forhold, som ikke kendes hos nogen Bakterie. Som

den ligeledes saprofytiske *Actinomyces albido-flavidus* dræbes Konidierne allerede ved en 5 Minutters Ophedning til 80° (de vegetative Traade efter 3 Minutter ved 70°) (Lachner-Sandoval). Endnu mindre modstandsdygtige er de parasitiske Arter, saaledes *Actinomyces bovis*, hvor »Sporerne« dræbes efter 5 Min. ved 75°, de vegetative Traade allerede ved 60° (ifølge Domec).

allerede tidligere nævnt, er vi derfor ikke berettigede til at antage noget Slægtskab mellem Bakterier og Straalesvampe. Dog skal vi i denne Sammenhæng gøre opmærksom paa, at man blandt Bakteriernes Involutionsformer af og til finder ægte Forgreninger (p. 70—73, Fig. 85—88), hvor Grenenderne ogsaa er kolbeformet opsvulmede. Dette gælder navnlig Tuberkel- og Difteribakterierne, hos hvilke man derfor ikke sjælden kan faa Billeder frem, som minder om Straalesvampene (se p. 254 og 258); af denne Grund har enkelte Forfattere (f. Eks. Lehmann & Neumann) ment sig berettigede til at udskille Tuberkel- og Difteribakterierne fra de egentlige Bakterier og stille dem i en Gruppe sammen med Straalesvampene. Herimod taler, at de nævnte Forgreninger og Opsvulmninger hos disse Bakterier synes at være altfor lidet konstante til, at de kan anses for normale og skikkede til at yde Slægtskabskarakterer, idet de navnlig kun viser sig i gamle, kunstige Kulturer, eller naar Bakterierne befinder sig under ugunstige Forhold. Uden at vi tør betragte Spørgsmaalet som endeligt afgjort, før der foreligger fyldigere Oplysninger om Betingelserne for disse afvigende Formers Fremkomst, forekommer det os derfor rigtigst ikke at henføre vedkommende Arter til Straalesvampene, men vedblivende at anse dem for Bakterier, som da ganske vist er noget mere tilbøjelige til Involutioner, end dette sædvanligt er Tilfældet.

Actinomyces Harz, Gasperini, Lachner.

Syn. *Nocardia*, *Streptothrix* e. p., *Cladothrix* e. p., *Oospora* e. p.

Vegetationsorganerne bestaar af et uleddet, farveløst Mycelium med talrige ægte (monopodiale) Grendannelser, der fra et Centralparti udstraaler i alle Retninger. Grenenderne er undertiden kolbeformet opsvulmede. Formering finder Sted, dels ved Fragmentation, dels ved Segmentation af Dele af Myceliet. Endosporedannelse er ukendt, ligesom man heller ikke med Sikkerhed har paavist Selvbevægelighed hos nogen Art. Saprofyter eller Parasiter.

A. Patogene Arter.

Actinomyces bovis Harz, *Aktinomykose*.

I Værtorganismens Legeme optræder Svampen i Form af Sandkorn-lignende, graalige, gullige eller rødlige Korn, bestaaende af talrige forgrenede, tæt sammentrængte Traade, der udstraaler radiært fra Centrum og ender med kolbeformede Opsvulmninger (se Figg. 201 og 202). Kornene faar derved et kirtellignende Udseende. Kolbernes Form er meget forskellig; undertiden er de henimod Spidsen opløste i et stort Antal Sekundærkolber (Fig. 204). I kunstige Kulturer vokser *Actinomyces bovis* som et grenet Mycelium, hvis Traade naar en Tykkelse af ca. 0,5 μ; Kolbeformerne kommer her kun sjælden til Udvikling og kun i de

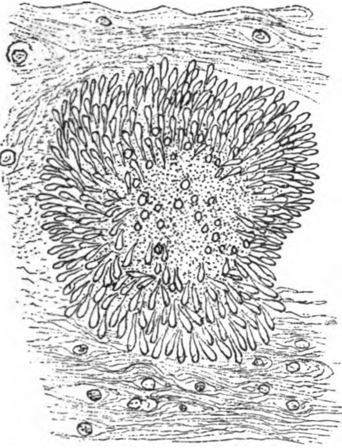


Fig. 201. *Actinomyces bovis* Harz. Vævdel med et ufarvet Actinomyces-Korn. Stærkt forstørret. (Kopi efter Flügge, Mikroorganismen).

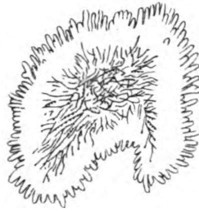


Fig. 202. *Actinomyces bovis* Harz. Tværsnit af et Actinomyces-Korn med løst traadet Centrum, hvori nogle af Traadene viser Fragmentation. Ud mod Omkredsen ses de kolbeformet opsvulmede Endedele af Traadene. (Efter Bostroem).

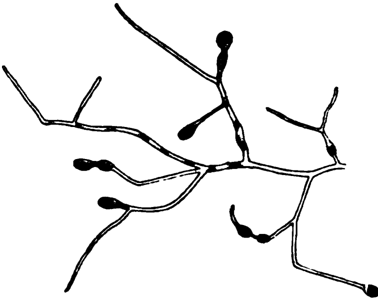


Fig. 203. *Actinomyces bovis* Harz. Forgrenede Actinomyces-Traade med opsvulmede Ender. (Efter Bostroem).

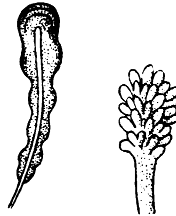


Fig. 204. *Actinomyces bovis* Harz. To forskellige kolbeformede Traadender. (Efter Bostroem).

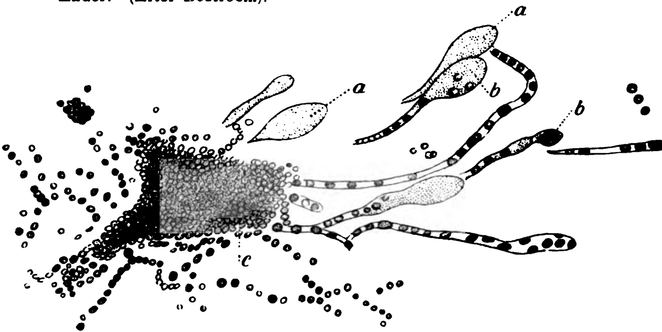


Fig. 205. *Actinomyces bovis* Harz. *a* Traade med kolbeformet opsvulmede Ender; *b* Traade, hvis Indhold henfalder i kuglerunde Brudstykker (Fragmentation); *c* Zoogløa-agtige Hobe af saadanne Coccus-lignende Brudstykker. (Efter Bostroem).

dybere Lag af Substratet, hvor Lufttilførselen er hæmmet. De fuldt udviklede Kolber maa ifølge Bostroem betragtes som døde Degenerationsprodukter. Ægte Konidier som ovenfor beskrevet hos *Actinomyces albido-flavus* kendes ikke med Sikkerhed hos *Actinomyces bovis*, derimod kan man i mange Traade iagttage, hvorledes Indholdet deler sig i rundagtige eller uregelmæssigt formede Korn (se Fig. 205), hvad der nærmest maa sammenlignes med den ovenfor omtalte Fragmentation. Kornene angives at vokse ud til længere Traade (Bostroem). Saavel de vegetative Traade som disse ved Fragmentationen dannede Korn lader sig farve med flere af de sædvanlige Farvestoffer, saaledes efter Gram, men ikke efter Claudius.

Aarsag til Aktinomykose hos Hornkvæget, Svinet og og Mennesket (af og til ogsaa hos Faaret, Hesten og andre Planteædere). Sygdommen er især hyppig i de omkring Indgangen til Fordøjelseskanalen beliggende Organer og Væv (Kæberne, Tunge, Svælg, Spyt- og Lymfekirtler), men kan iøvrigt forekomme i saa godt som alle Organer. Man formoder, at Infektion finder Sted ved forskellige Plantedele, paa hvilke denne og andre Actinomyceter forekommer, saaledes navnlig Avner af Kornsorterne og andre Græsser, der let kan bore sig ind i Huden. Forsøg paa hos Dyr at fremkalde Aktinomykose ved Indpodning af kunstige Kulturer har givet negativt Resultat.

Actinomyces bovis vokser bedst som Aërobiont, men dog ogsaa uden Luftens Adgang. Den lader sig dyrke paa alle vore almindelig benyttede kunstige Substrater, hvor den allerede vokser ved almindelig Stuetemperatur (men bedst ved Legemstemperatur) som graalige, gullige eller rødlige Kolonier. En delvis Smeltning af Gelatinen finder Sted. Muligvis skjuler sig under Navnet *Act. bovis* flere forskellige Arter.

Actinomyces madurae (Vincent) Lachner, *Streptothrix madurae* Vincent, »*Madura-Fod*«
er paavist som Aarsag til en i Indien (og enkelte andre varmere Lande) hos Mennesket forekommende Sygdom (»Madura disease«, »pied de Madura«, »Madurafuss«), som bestaar i Knudedannelse og Ulceration af Huden paa Fødderne, sjældnere paa Hænderne. I de angrebne Væv optræder Svampen i Form af lignende Smaakorn som *Act. bovis*; de er af hvid, gullig eller sort Farve og indeholder forgrenede Traade af $1-1{,}5\ \mu$ Tykkelse. Farves efter Gram. Aërobiont, der let lader sig dyrke paa flere kunstige Substrater, hvor den allerede vokser ved almindelig Stuetemperatur (Optimum 37^0). Formeringsceller dannes saavel paa Lufthyfer som ogsaa i de dybere Lag af Substratet (Vincent). Den er ikke patogen for Dyr.

Actinomyces farcinicus Gasperini, *bacillus du farcin du bœuf* Nocard.

Aarsag til den saakaldte »farcin du bœuf«, en paa Gouadeloupe (og sjælden i visse Dele af Frankrig) hos Hornkvæget optrædende Sygdom, hvorved der dannes Knuder af forskellig Størrelse paa Extremiteterne og Underlivet, senere ogsaa i de indre Organer. Svampen bestaar af forgrenede, radiært ordnede Traade uden Kolbedannelser. Farves efter Gram. Lader sig dyrke paa kunstige Substrater ved Legemstemperatur. Foruden for Hornkvæget er den patogen for Marsvin og Faar. Intraperitonæal eller intravenøs Indsprøjtning i Marsvin, har efter 1—3 Ugers Forløb »Pseudotuberkulose« til Følge.

Actinomyces asteroides Gasperini, *Cladothrix asteroides* Eppinger.

Fandtes af Eppinger i en Hjærneabsces hos Mennesket. Den bestaar af 0,2 μ tykke, stjærneformet udstraalende, forgrenede Traade, der danner Konidier paa Lufthyfer. Lader sig dyrke paa kunstige Substrater. Patogen for Kaniner, Marsvin og Mus. Ved Indsprøjtning i disse fremkaldes »Pseudotuberkulose«.

Actinomyces canis, *Cladothrix canis* Rabe.

Funden af Rabe og Jensen i en Række Tilfælde af suppurative og fistuløse Processer samt ved snigende Betændelser med Knudedannelse i Bug- og Brysthulen hos Hunden. Den forekommer i Pusset som indtil Knappenaalshoved-store, hvidgullige Legemer, der bestaar af sammenfiltrede, forgrenede, 0,5—1 μ tykke Traade. Er hidtil ikke dyrket.

B. Ikke patogene Arter.

Actinomyces albido-flavus Gasperini, *Streptothrix albido-flava* Rossi-Doria

er nærmere omtalt ovenfor. Dens Kolonier er gullige. Den er ikke sjælden i Luftstøv.

Actinomyces chromogenus Gasperini.

Danner ægte forgrenede Traade, der undertiden skal kunne være leddelte i længere eller kortere Stave. Den dyrkes let paa vore kunstige Substrater, allerede ved almindelig Stuetemperatur; Kolonierne er gullige eller brunlige. Findes hyppigt i Luftens Støv.

Af flere andre *Actinomyces*-Arter dannes forskellige Farvestoffer, saaledes af *A. violaceus, aurantiacus, citreus, mineaceus* o. s. v.

REGISTER.

Familie- og Slægtsnavne er trykte med **fed** Skrift, Synonymerne med *kursiv*. Omtales en Art eller Sag flere Steder, henviser Sidetallet med * til den fyldigste Beskrivelse; *kursive* Sidetal henviser til Figurer.

TRYKFEJL OG RETTELSER.

Side 6, Linie 4 f. o., for »afladede« læs »affladede«.
— 10, Figurforklaringen, for *Streptothrix* læs *Chlamydothrix*.
— 11, Linie 8 f. n., for »$e = 2a$« læs »$e = 2^n a$«.
— 11, — 4 —, for *Bacillus tumescens* læs *Bacillus merismopedioïdes*.
— 14, — 7 f. o., »samme« udgaar.
— 33, — 9 f. n., Sætningen: »Den skyldes de stedse uundgaaelige Rystelser af Præparatet«, udgaar.
— 39, — 10 —, for »2 Døgns Forløb« læs »1 Døgns Forløb«.
— 39, — 9 —, for »$e = 2^{96}$« læs »$e = 2^{48}$«.
— 56, Anm., for *Streptothrix* læs *Chlamydothrix*.
— 57, Figurforklaringen, for *Streptothrix* læs *Chlamydothrix*.
— 73, Linie 6 f. n., for »og ikke i den levende Organisme« læs »eller under ugunstige Kaar«.
— 77, — 10 —, for »Celledelinger efter 2 Rumretninger« læs »Celledelinger efter 3 Rumretninger«.
— 89, — 16 —, for »0,2 % Syre« læs »0,2 % fri Syre«.
— 91, — 16 f. o., for »Kulstof- og Kvælstofholdig« læs »*k*ulstof- og *k*vælstofholdig«.
— 95, — 19 —, for »iværksætte en Spaltning af Kulsyren,« læs »medvirke under Kulsyreassimilationen«.
— 99, — 5 —, for »naturligt« læs »sandsynligt«.
— 100, Figurforklaringen, for »Bakter*e*oider« læs »Bakteroider«.
— 104, Linie 9 og 15 f. o., for »Chlornatrium« læs »*K*lornatrium«.
— 106, — 6 f. o., for »i Svovlkilder« læs »ved Svovlkilder«.
— 116, — 6 f. n., for »flere organiske Stoffer, der kan reduceres« læs »flere reducerende organiske Stoffer (Beijerinck)«.
— 120, — 17 —, for »højeste« læs »laveste«.
— 138, — 7 —, for *Streptococcus* læs *Micrococcus*.
— 144, — 2—8 f. o., »Men dette ...... paa et senere Sted« udgaar; i Stedet for læses »og tillige saadanne Stoffer (Lysiner og Aleksiner) der tilintetgør selve Bakterierne«.
— 148, — 2 f. o., for »fra 0 % opad« læs »fra over 0 % opad«.
— 148, — 2 f. n., for »Chlor« læs »*K*lor«.
— 149, — 9 f. o., for »(Jodoform)« læs »(Jod af Jodoform)«.

Side 152, i første Linje af Noten efter »Brug« tilføj »i«.
— 165, Linie 17 f. n., for »for saa vidt« læs »tilsyneladende«.
— 167, — 17 —, efter »paavirkes« tilføj »positivt«.
— 186, — 7 f. o., for »i« læs »ved«.
— 186, Noten. Tilføj: *J. Reynolds Green: The soluble ferments and fermentations*, London 1899.
— 187, Linie 2—3 f. n., »ogsaa« udgaar; i Stedet for »disse« læs »de aktive«.
— 192, — 2 f. n., for »findes« læs »er fundet«.
— 195, — 6 f. o., efter *Streptococcus* tilføj *(Leuconostoc)*.
— 196, — 3 —, for »Albumoser, Propeptoner« læs »Albumoser (Propeptoner)«.
— 200, — 6 —, for »udenfor« læs »indenfor«.
— 211, — 2 —, for »aldrig« læs »i Reglen ikke«.
— 211, — 5 —, efter »Koloni« tilføj »og har ikke som han givet en eksakt eksperimentel Bevisførelse«.
— 216, — 7 —, for »Pingviner« læs »Alke«; for »Fregatfugle« læs »Stormfugle«.
— 225, — 11 —, for »til« læs »ind i«.
— 258, — 18 —, for Fig. 136 læs Fig. 138.
— 258, — 23 —, — 137 — 139.
— 276, — 4 —, for p. 35 læs p. 264.

Thieles Bogtrykkeri. København.



